PREPARACIÓN y EVALUACIÓN de PROYECTOS

SEXTA EDICIÓN

NASSIR SAPAG CHAIN
REINALDO SAPAG CHAIN
JOSÉ MANUEL SAPAG P.

Mc Graw Hill Education

PREPARACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS

www.fullengineeringbook.blogspot.com

www.fullengineeringbook.blogspot.com

PREPARACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS

Sexta edición

Nassir Sapag Chain
Universidad de San Sebastián

Reinaldo Sapag Chain
Universidad de Chile

José Manuel Sapag Puelma
Universidad de Chile

MÉXICO • BOGOTÁ • BUENOS AIRES • CARACAS • GUATEMALA • MADRID
NUEVA YORK • SAN JUAN • SANTIAGO • AUCKLAND • LONDRES • MILÁN
MONTREAL • NUEVA DELHI • SAN FRANCISCO • SINGAPUR • ST. LOUIS • SIDNEY • TORONTO

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Director general: Miguel Ángel Toledo Castellanos
Editor sponsor: Pablo E. Roig Vázquez
Coordinadora editorial: Marcela I. Rocha Martínez
Editora de desarrollo: Ana L. Delgado Rodríguez
Supervisor de producción: Zeferino García García

PREPARACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS
Sexta edición

Prohibida la reproducción total o parcial de esta obra,
por cualquier medio, sin la autorización escrita del editor.

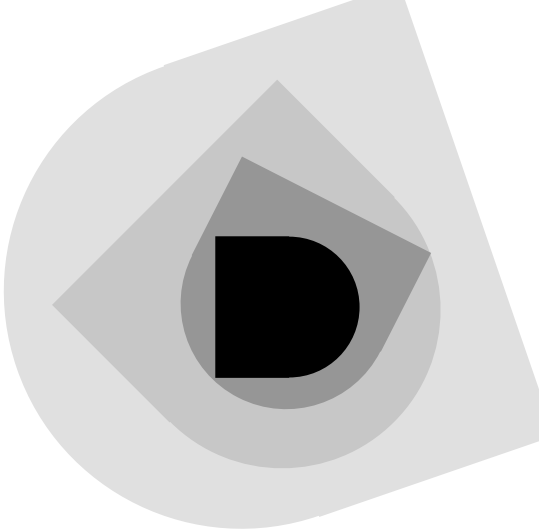
DERECHOS RESERVADOS © 2014, 2008 respecto a la sexta edición
McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
Edificio Punta Santa Fe
Prolongación Paseo de la Reforma 1015, Torre A
Piso 17, Colonia Desarrollo Santa Fe,
Delegación Álvaro Obregón
C.P. 01376, México, D.F.
Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana, Reg. Núm. 736

ISBN 978-607-15-1144-7
ISBN (quinta edición): 978-956-278-206-7

JAG 11/13

1234567890 2356789014
Impreso en México *Printed in Mexico*

www.fullengineeringbook.blogspot.com



Dedicatoria

A nuestras esposas, Cristina y Silvia, y a nuestros hijos,
Álvaro, Andrea, Carolina, Claudio, José y Verónica.

A nuestro padre y abuelo, Chucri,
un inmigrante llegado desde Siria, que dedicó hasta el último minuto de su vida a la realización de proyectos. De él aprendimos que el empuje, la dedicación e imaginación son tanto o más necesarios que el conocimiento teórico para el éxito de los proyectos.

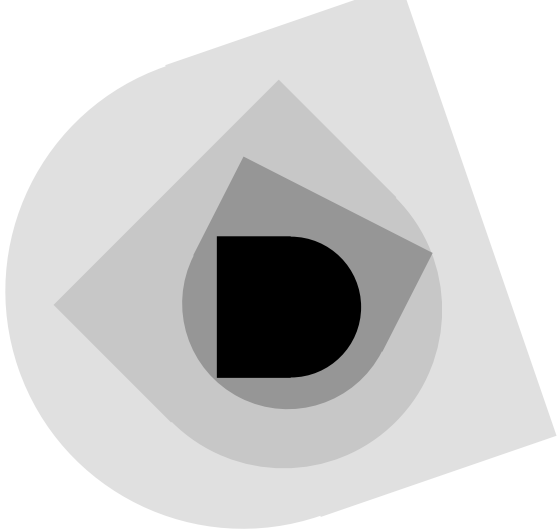
A nuestra madre y abuela, Amelia,
símbolo de abnegación y apoyo incondicional, sin cuya ayuda ningún proyecto hubiera sido posible de concretar.

A nuestro hermano y tío, Manir,
quien no alcanzó a ver realizados sus proyectos y sus sueños.

A mi padre y madre, Reinaldo y Silvia,
quienes incondicionalmente me han guiado en mi formación espiritual y profesional.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

www.fullengineeringbook.blogspot.com



Contenido

Prologo xi
Acerca de los autores xiii

Capítulo 1 El estudio de proyectos 1

1.1. Preparación y evaluación de proyectos 1
1.2. La toma de decisiones asociadas con un proyecto 3
1.3. Tipología de los proyectos 4
1.4. La evaluación de proyectos 6
1.5. Evaluación social de proyectos 7
1.6. Los proyectos en la planificación del desarrollo 8
Resumen 10
Preguntas y problemas 11
Bibliografía 12

Capítulo 2 Identificación de oportunidades de negocio 13

2.1. ¿Dónde estamos ? 13
2.2. ¿Hacia dónde vamos? 16
2.3. ¿Cómo vamos a llegar ? 17
2.4. Definición del modelo de negocio 18
2.5. La estrategia de implementación 20
2.6. El proceso de innovación 21
Resumen 23
Preguntas y problemas 23
Bibliografía 24

Capítulo 3 El proceso de preparación y evaluación de proyectos 25

3.1. Alcances del estudio de proyectos 25
3.2. El estudio del proyecto como proceso cíclico 27
3.3. El estudio de mercado 29
3.4. El estudio técnico del proyecto 32
3.5. El estudio organizacional-administrativo 33
3.6. El estudio legal 33
3.7. El estudio financiero 34
3.8. El estudio del impacto ambiental 35
Resumen 38
Preguntas y problemas 39
Bibliografía 41

Capítulo 4 El estudio de mercado 43

4.1. El mercado del proyecto 43
4.2. Objetivos del estudio de mercado 49
4.3. Etapas del estudio de mercado 50
4.4. Estrategia comercial 52
4.5. Análisis del medio 59
4.6. La demanda de un producto 61
Resumen 63
Preguntas y problemas 63
Bibliografía 65

Capítulo 5 Técnicas de proyección del mercado 67

5.1. El ámbito de la proyección 67
5.2. Métodos de proyección 68
5.3. Métodos cualitativos 69
5.4. Modelos causales 73
5.5. Modelos de series de tiempo 78
Resumen 84
Preguntas y problemas 85
Bibliografía 88

Capítulo 6 Estimación de costos 89

6.1. Información de costos para la toma de decisiones 89
6.2. Costos diferenciales 89
6.3. Costos futuros 92
6.4. Costos pertinentes por sustitución de instalaciones 93
6.5. Sustitución con aumento de capacidad 94
6.6. Elementos relevantes de costos 95

www.fullengineeringbook.blogspot.com

6.7. Costos sepultados 95
6.8. Costos pertinentes de producción 96
6.9. Funciones de costos de corto plazo 96
6.10. Análisis costo-volumen-utilidad 98
6.11. Costos contables 99
6.12. IVA (Impuesto al Valor Agregado) 102
Resumen 104
Preguntas y problemas 105
Bibliografía 108

Capítulo 7 Antecedentes económicos del estudio técnico 109

7.1. Alcances del estudio de ingeniería 109
7.2. Proceso de producción 110
7.3. Efectos económicos de la ingeniería 110
7.4. Economías de escala 111
7.5. Inversiones en equipamiento 113
7.6. Valorización de las inversiones en obras físicas 117
7.7. Balance de personal 119
7.8. Balance de materias primas 121
7.9. Balance de insumos generales 122
7.10. Elección entre alternativas tecnológicas 123
Resumen 128
Preguntas y problemas 129
Bibliografía 132

Capítulo 8 La determinación del tamaño 135

8.1. Cuándo evaluar tamaño 135
8.2. Factores que determinan el tamaño de un proyecto 135
8.3. Economía del tamaño 138
8.4. La optimación del tamaño 139
8.5. El tamaño de un proyecto con mercado creciente 142
8.6. El tamaño de un proyecto con demanda constante 145
Resumen 146
Preguntas y problemas 147
Bibliografía 149

Capítulo 9 Decisiones de localización 151

9.1. El estudio de la localización 151
9.2. Factores de localización 152
9.3. Método cualitativo por puntos 155
9.4. El método de Brown y Gibson 156
9.5. Maximización del valor actual neto 159
9.6. La demanda y las áreas de influencia 161
Resumen 165
Preguntas y problemas 165
Bibliografía 168

Capítulo 10 Efectos económicos de los aspectos organizacionales 169

10.1. El estudio de la organización del proyecto 169
10.2. La estructura organizacional 170
10.3. Efectos económicos de las variables organizacionales 172
10.4. Nivel o grado de participación de unidades externas 173
10.5. Inversiones organizacionales 175
10.6. Costos derivados de las remuneraciones 176
10.7. Costos derivados de las tecnologías de información (TI) 177
10.8. Planificación de los gastos de puesta en marcha 178
10.9. Otros costos organizacionales 178
10.10. La importancia de los sistemas y procedimientos administrativos en la preparación y evaluación de proyectos 179
10.11. Impacto de un proyecto sobre la estructura administrativa existente 180
Resumen 180
Preguntas y problemas 181
Bibliografía 183

Capítulo 11 Antecedentes económicos del estudio legal 185

11.1. La importancia del marco legal 185
11.2. Principales consideraciones económicas del estudio legal 187
11.3. Algunos efectos económicos del estudio legal 190
11.4. El ordenamiento jurídico de la organización social 191
11.5. Constitución de la sociedad 192
Resumen 195
Preguntas y problemas 196
Bibliografía 197

Capítulo 12 Las inversiones del proyecto 199

12.1. Inversiones previas a la puesta en marcha 199
12.2. El calendario de inversiones 201
12.3. Inversión en capital de trabajo 205
12.4. Inversiones durante la operación 209
Resumen 209
Preguntas y problemas 210
Bibliografía 212

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Capítulo 13 Beneficios del proyecto 213

13.1. Tipos de beneficios 213
13.2. Valores de desecho 214
Resumen 220
Preguntas y problemas 221
Bibliografía 223

Capítulo 14 Construcción de flujos de caja 225

14.1. Elementos del flujo de caja 226
14.2. Horizonte de evaluación 227
14.3. Estructura de un flujo de caja 228
14.4. Flujo de caja del inversionista 232
14.5. Flujos de caja de proyectos en empresas en marcha 239
14.6. EBITDA 242
Resumen 243
Preguntas y problemas 244
Bibliografía 246

Capítulo 15 Criterios de evaluación de proyectos 247

15.1. Fundamentos de matemáticas financieras 247
15.2. El criterio del valor actual neto 252
15.3. El criterio de la tasa interna de retorno (TIR) 253
15.4. TIR *versus* VAN 255
15.5. El VAN y la TIR ajustados 257
15.6. El periodo de recuperación o *payback* 259
15.7. Las tasas de retorno ROA y ROE 260
15.8. Razón beneficio costo (RBC) 262
15.9. El criterio de la anualidad equivalente 262
15.10. Efectos de la inflación en la evaluación del proyecto 265
Resumen 268
Preguntas y problemas 269
Bibliografía 270

Capítulo 16 Costo de capital 273

16.1. Principales consideraciones en la estimación del costo de capital 277
16.2. Escenarios en la evaluación de un proyecto 280
16.3. El costo de la deuda 285
16.4. Modelo de valorización de activos de capital CAPM para determinar el retorno de los activos 285
16.5. El costo de capital patrimonial 292
16.6. Costo de capital promedio ponderado *versus* CAPM 295
Resumen 296
Preguntas y problemas 296
Bibliografía 298

Capítulo 17 Análisis de riesgo 299

17.1. El riesgo en los proyectos 299
17.2. La identificación del riesgo 300
17.3. La clasificación del riesgo 302
17.4. La medición del riesgo 304
17.5. Otros métodos para tratar el riesgo 308
17.6. Método del ajuste a la tasa de descuento 309
17.7. Método del árbol de decisión 310
Resumen 312
Preguntas y problemas 312
Bibliografía 314

Capítulo 18 Análisis de sensibilidad 315

18.1. Consideraciones preliminares 315
18.2. Modelo unidimensional de la sensibilización del VAN 316
18.3. Modelo bidimensional de la sensibilización del VAN 319
18.4. Modelo multidimensional de la sensibilización del VAN y simulación de Monte Carlo 321
18.5. Usos y abusos del análisis de sensibilidad 323
Resumen 324
Preguntas y problemas 325
Bibliografía 325

Capítulo 19 Preparación y evaluación social de proyectos 327

19.1. Preparación y evaluación social de proyectos 328
19.2. Costos y beneficios sociales 330
19.3. Incidencia de los efectos indirectos o de las externalidades 331
19.4. Incidencia de los efectos intangibles 332
19.5. Incidencia de la tasa social de descuento 333
19.6. Evaluaciones privada y social 334
19.7. La responsabilidad social empresarial (RSE) 335
19.8. ¿Cómo transformar un flujo privado en social? 336
19.9. Una aplicación 337
Resumen 347
Preguntas y problemas 347
Bibliografía 348

Índice analítico 349

www.fullengineeringbook.blogspot.com

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Prólogo

En esta nueva edición revisada y ampliada de *Preparación y evaluación de proyectos* se profundizan algunas materias claves destinadas a lograr una mejor estimación de la rentabilidad que podría generar una inversión, especialmente en lo referido a la estimación del costo capital; de la demanda, incorporando nuevos criterios de evaluación en el análisis, tanto de factores cualitativos como estratégicos; el enfoque del riesgo y el diseño de diversas estrategias comerciales. También se ahonda en el estudio de los competidores, el plan de negocio y la implementación del proyecto. Otro aspecto relevante que se ha incorporado en el texto es el efecto económico derivado del apalancamiento y las consecuencias generadas por el exceso de endeudamiento y el tratamiento del impuesto al valor agregado.

Se ha intentado aclarar algunos puntos que generan controversias, especialmente aquellos que han sido manifestados por los alumnos en las distintas universidades donde impartimos la docencia.

Además de presentar una estructura más completa y lógica para abordar el estudio de proyectos, se procedió a eliminar aquellos aspectos que han quedado obsoletos como consecuencia de las nuevas metodologías desarrolladas en el último tiempo. Asimismo, se analiza la importancia de la RSE (Responsabilidad Social Empresarial) en la preparación y evaluación de proyectos. En el capítulo final llamado "Evaluación social de proyectos", se incluye un análisis que permite transformar un flujo de caja social en uno privado.

La mayoría de los textos de proyectos centran su análisis en la evaluación y no en la preparación, y es este último aspecto la columna vertebral sobre la cual se realizará la evaluación económica. De nada sirve ser un gran experto en matemáticas financieras y en su aplicación en los flujos para evaluarlos, si la información y los antecedentes que dan origen a esos flujos están distorsionados, no son confiables o no se encuentran debidamente sustentados.

En esta nueva edición se ha incorporado un capítulo especial dedicado a explicar el origen de las oportunidades de negocios. Muchos textos parten de que la idea de proyecto existe, y no abordan la problemática de cómo una compañía puede reinventarse y generar nuevas ideas de proyectos que posteriormente podrían evaluarse y así decidir la convivencia económica de asignar o desalentar los recursos a esas ideas de proyecto.

Las dificultades para estimar la tasa de costo capital para actualizar los flujos quedan claramente explicitadas en esta nueva edición, entregando ejemplos prácticos que intentan reducir esas problemáticas. Particularmente en esta edición se aborda este tema no solo mediante en la teoría financiera, profusamente difundida en los libros de finanzas, sino que se incorporan ejemplos prácticos que orienten la obtención de información para su cálculo y determinación. La razón de ello obedece a que este aspecto es un tema de permanente controversia, discusión y confusión entre los analistas, lo que amerita abordar el cálculo de la tasa de una manera integral, práctica y simple dentro de su complejidad específica.

Se incorpora un análisis más profundo de los criterios de evaluación, donde se han actualizado los últimos conceptos y métricas financieras, incorporándose ejemplos simples y prácticos de cada uno de ellos. Particularmente se abordan criterios como el VAN ajustado, TIR ajustada, ROA, ROE y CAE, por nombrar los más relevantes.

Por otra parte, se repasa de una manera simple y práctica la construcción del calendario de inversiones: cuándo utilizarlo, cuándo se cometen distorsiones en su aplicación y cómo construirlo correctamente.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Sin duda una de las principales innovaciones de esta sexta edición es el desarrollo de las nuevas metodologías que permiten identificar, clasificar y medir el riesgo de un proyecto. En este texto se hace gran hincapié en el análisis de los aspectos estratégicos desde un punto de vista transversal, explicitando las razones por las cuales el VAN no es por sí solo el mecanismo determinante para recomendar o rechazar una iniciativa de inversión, puesto que los inversionistas analizan determinados aspectos que van más allá de los resultados económicos.

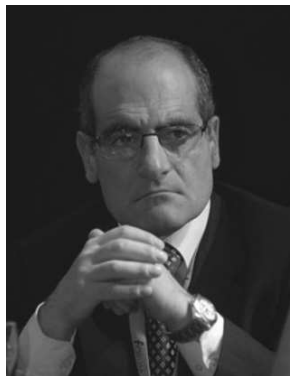
Los cambios y aportes que hemos efectuado en esta sexta edición incorporan nuestra experiencia práctica en el estudio de proyectos reales en los que nos ha correspondido participar. Llevamos cerca de 40 años aplicando concretamente estos conocimientos en el desarrollo de los proyectos, por lo que no tenemos duda alguna de su utilización efectiva en el mundo de la empresa y del emprendimiento. Lo anterior se ha visto permanentemente enriquecido como consecuencia de la interacción que durante tantos años hemos llevado a cabo con nuestros queridos estudiantes y también con los empresarios que desarrollan proyectos en la realidad misma del quehacer económico y empresarial. A ellos les está dirigido el esfuerzo que hemos desplegado en la preparación de esta sexta edición.

Nassir Sapag Chain
Reinaldo Sapag Chain
José Manuel Sapag Puelma

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Acerca de los autores

Nassir Sapag Chain



Ingeniero comercial y contador auditor de la Universidad de Chile. Cuenta con un magíster en Administración por la ESAN de Lima, Perú, y un diplomado en Preparación y Evaluación de Proyectos, por el Banco Interamericano de Desarrollo. Es académico de la Facultad de Economía y Negocios de la Universidad San Sebastián y participa como profesor en los programas de magíster de las universidades de Buenos Aires, Católica de Córdoba, Nacional de Córdoba, Nacional de Tucumán y ESAN de Lima. Ha sido director del departamento de Administración, vicedecano de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, y rector de la Universidad de Chile. Es consultor internacional y relator de seminarios de su especialidad en la casi totalidad de los países latinoamericanos. Además, ha sido consultor de organismos internacionales, asesor de empresas y gobiernos en casi toda Latinoamérica y conferencista en más de 250 ocasiones, en el extranjero. Fue, durante dos periodos, director ejecutivo de CLADEA, organismo que agrupa a las más importantes escuelas de administración de América y Europa. Es autor de 14 libros y más de 40 artículos especializados, además del primer curso interactivo multimedial realizado por la Universidad de Chile.

Reinaldo Sapag Chain

Ingeniero comercial, economista y contador auditor por la Universidad de Chile; experto en el campo de la evaluación de proyectos. Coautor de los libros *Preparación y evaluación de proyectos* y *Planificación, gestión y control de proyectos* junto a su hermano Nassir. Ha sido director y gerente general de diversas empresas de Chile. En la actualidad es director gerente de Sapag & Sapag Consultores. Profesor de ingeniería comercial de la Universidad de Chile y Diego Portales. Profesor de posgrado a nivel de magíster en la Universidad Adolfo Ibáñez y en la Universidad de Chile. En 2010 recibió el premio a la trayectoria y excelencia académica otorgado por la Facultad de Economía y Negocios de la Universidad de Chile con la presencia del rector, Sr. Víctor Pérez, en consideración a su permanente evaluación como el mejor profesor de pregrado de esa facultad. En mayo de 2012 la Municipalidad de San Antonio lo nombra Hijo Ilustre del puerto de mayor movimiento de Chile. El profesor Sapag ha recibido permanentemente la premiación al mejor director académico de los diplomados y cursos de posgrado de su facultad.

José Manuel Sapag Puelma

Ingeniero comercial, con un MBA de la Deusto Business School, de Bilbao, España, donde se graduó con distinción máxima. Es socio de la Consultora Sapag & Sapag. Actualmente se desempeña como director de Orica Mining Services. Es experto en las áreas de valorización de empresas, evaluación de proyectos y estudios tarifarios. Además es consultor del Centro de Desarrollo Gerencial, organismo dependiente de la Facultad de Economía y Negocios de la Universidad de Chile. Es profesor de Preparación y Evaluación de Proyectos del MBA Internacional de la Universidad de Chile y del Máster de Finanzas de la Universidad Adolfo Ibáñez. Es autor del libro *Evaluación de proyectos. Guía de problemas y soluciones*, editado por McGraw-Hill en sucesivas ediciones a partir de junio de 2000.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Capítulo 1

El estudio de proyectos

La **preparación y evaluación de proyectos** (PEP) se ha transformado en un instrumento de uso prioritario entre los agentes económicos que participan en cualquiera de las etapas de asignación de recursos para implementar iniciativas de inversión.

A pesar de que en reiteradas ocasiones se referirá a la evaluación social de proyectos, este libro tiene por objeto proporcionar una metodología que permita medir su rentabilidad desde el punto de vista privado, es decir, calcular los efectos económicos que el proyecto tendrá en la riqueza del inversionista y no en el bienestar social.

El objetivo de este capítulo es introducir los conceptos básicos de una técnica que busca recopilar, crear y analizar, de manera sistemática, un conjunto de antecedentes económicos y estratégicos que permitan juzgar cualitativa y cuantitativamente las ventajas y desventajas de asignar recursos a una determinada iniciativa. Los alcances de la ciencia económica y de las distintas técnicas que se han desarrollado para la medición adecuada de esas ventajas y desventajas constituyen los elementos básicos de análisis de este texto.

Para muchos, la preparación y evaluación de un proyecto es un instrumento de decisión que determina su implementación si se muestra rentable o su abandono si resulta no económicamente rentable.

La técnica no debe ser tomada como decisional, sino como una posibilidad de proporcionar más información a quien debe decidir. Así, será posible rechazar un proyecto rentable y aceptar uno no rentable.

recuerde y reflexione

1.1. Preparación y evaluación de proyectos

concepto clave

Proyecto: búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema que tiende a resolver, entre tantos, una necesidad humana o deseo.

Un **proyecto** es, ni más ni menos, la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema que tiende a resolver, entre tantos, una necesidad humana. Cualquiera que sea la idea que se pretende implementar, la inversión, la metodología o la tecnología por aplicar, ella conlleva necesariamente la búsqueda de proposiciones coherentes destinadas a resolver las necesidades humanas.

El proyecto surge como respuesta a una "idea" que busca la solución de un problema, necesidad o deseo (reemplazo de tecnología obsoleta, abandono de una línea de productos, introducción de un nuevo canal de comercialización como el *e-commerce*) o la manera de aprovechar una oportunidad de negocio. Esta, por lo general, corresponde a la solución de un problema de terceros; por ejemplo, la demanda insatisfecha de algún producto, la sustitución de importaciones de productos que se encarecen por el flete, o bien, por una innovación en tecnologías de información (TI).

Si se desea evaluar un proyecto de creación de un nuevo negocio, ampliar las instalaciones de una empresa, reemplazar su tecnología, fusionar y adquirir empresas, cubrir un vacío en el mercado, sustituir importaciones, lanzar un nuevo producto, complementar un sistema de transporte urbano, proveer servicios, crear polos de desarrollo, aprovechar económicamente los recursos naturales, o por razones de Estado y seguridad nacional, entre otros, ese proyecto debe evaluarse en términos de conveniencia económica, de manera que se asegure que resolverá una

www.fullengineeringbook.blogspot.com

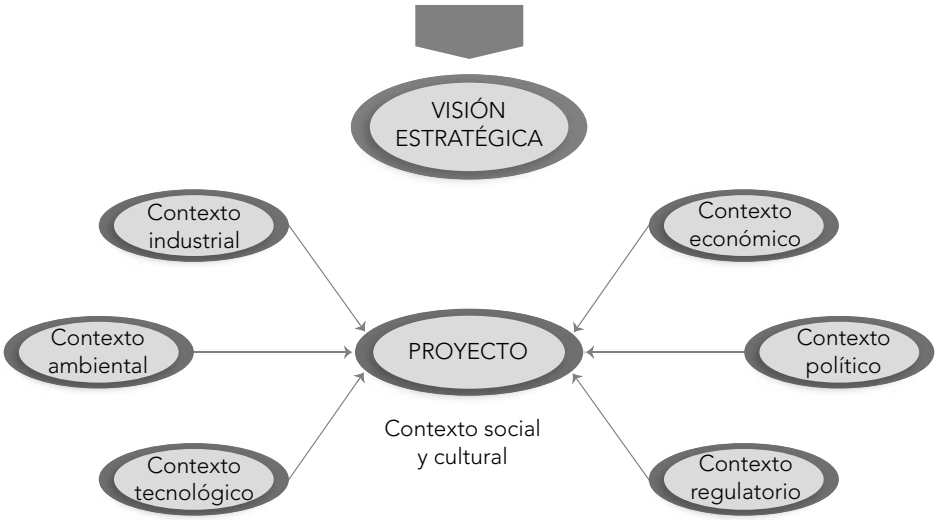


Figura 1.1 ¿Cómo generar una idea de proyecto?

necesidad humana eficiente, segura y rentablemente (ver figura 1.1). En otras palabras, pretende darse la mejor solución al "problema económico" que se ha planteado, y así conseguir que se disponga de los antecedentes e información necesarios para asignar racionalmente los recursos escasos a la alternativa de solución más eficiente y viable frente a una necesidad humana percibida.

La optimación de la solución, sin embargo, se inicia incluso antes de preparar y evaluar un proyecto. En efecto, al identificar un problema o una oportunidad de negocios que se va a hacer viable con él, deberán prioritariamente buscarse todas las opciones que conduzcan al objetivo. Cada opción será un proyecto.

Por lo tanto, en una primera etapa deberá identificarse la oportunidad de negocio con su respectiva estrategia de implementación y diseño de modelo de negocio. En una segunda etapa se preparará el proyecto, es decir, se determinará la magnitud de sus inversiones, costos y beneficios. En una tercera etapa, se evaluará el proyecto, en otras palabras, se medirá la rentabilidad de la inversión. Estas etapas constituyen lo que se conoce como la **preinversión**.

concepto clave

Preinversión: tres etapas por las que pasa un posible proyecto. Primera: identificación de oportunidad de negocio; segunda: preparación del proyecto, y tercera: evaluación del proyecto.

En el éxito o fracaso de un proyecto influyen múltiples factores. En general puede señalarse que si el bien o el servicio ofrecido es rechazado por la comunidad, la asignación de recursos adoleció de los defectos de diagnóstico o de análisis que lo hicieron inadecuado para las expectativas de satisfacción de las necesidades del o los segmentos de mercado a quienes se pretendía dirigir el proyecto.

Cerca de 80% de los nuevos productos y servicios fracasa antes de cumplir seis meses de haber salido al mercado. Son diversas las causas que determinan un fracaso: un mal diagnóstico, un equipo de trabajo reacio al cambio, una mala evaluación, etcétera. Las dos primeras son responsabilidad del preparador y evaluador del proyecto. Sin embargo, hay causas de fracaso ajenas a su responsabilidad, como el cambio del contexto o entorno donde se realizará el proyecto, o bien, problemas en su ejecución. En efecto, un cambio tecnológico importante puede transformar un proyecto rentable en uno fallido. Cuanto más acentuado sea el cambio que produzca, mayor será el impacto sobre el proyecto.

Los cambios en el contexto político también pueden generar profundas transformaciones cualitativas y cuantitativas en los proyectos en marcha. Por ejemplo: la expropiación de 51% de Repsol-YPF en Argentina. La concepción de un proyecto destinado a llevar gas de Bolivia a Chile, por ejemplo, puede resultar económicamente rentable, pero políticamente inviable, como consecuencia de la situación de controversia que ha caracterizado las relaciones diplomáticas entre ambos países. Probablemente, si se resolviese el problema de la demanda marítima boliviana, el proyecto podría implementarse y generar rentabilidad para ambas naciones. De menor importancia pueden ser los cambios de gobierno o las variaciones de política económica en un

www.fullengineeringbook.blogspot.com

país determinado. Pero, asimismo, cualquier cambio en la concepción del poder político en otras naciones puede afectar directamente algunos proyectos o tener repercusión indirecta en otros.

Los cambios en las relaciones comerciales internacionales también son importantes. Por ejemplo, ciertas restricciones no previstas e implementadas por algún país para la importación de productos similares a los que elabora la empresa creada con el estudio de un proyecto podrían hacer que esta fracase.

La inestabilidad de la naturaleza como terremotos, inundaciones, erupciones volcánicas y tsunamis, el entorno institucional, la normativa legal (por ejemplo, la introducción de restricciones al consumo de tabaco en prácticamente todo el mundo y su consecuente efecto en la industria de los casinos de juego, pubs y restaurantes) y muchos otros factores hacen que la predicción perfecta sea imposible de realizar.

Lo anterior no debe servir de excusa para no evaluar proyectos. Por el contrario, con la preparación y evaluación será posible reducir la incertidumbre inicial respecto de la conveniencia de llevar a cabo una inversión. La decisión que se tome con más información siempre será mejor, salvo el azar, que aquella que se adopte con poca información.

No obstante, el exceso de información también es entrópico, pues no permite enfocarse en lo relevante y retrasa el proceso decisional.

Los aspectos indicados señalan que no es posible calificar de malo un proyecto por el solo hecho de no haber tenido éxito práctico. Tampoco puede ser catalogado de bueno un proyecto que, teniendo éxito, ha estado sostenido mediante la implementación de restricciones de terceros. Los subsidios, en cualquiera de sus múltiples formas, pueden hacer viables proyectos que no debieran serlo privadamente al eliminarse los factores de subsidiariedad que los apoyaban.

Así, por ejemplo, en un país con barreras arancelarias, muchos proyectos resultan rentables por el hecho de existir trabas impositivas a la posible competencia externa. Al eliminarse estas barreras, el proyecto se transforma en inconveniente por este único hecho. Los tratados de libre comercio han traído como consecuencia que numerosos proyectos en marcha hayan tenido que estudiar la situación a la que se enfrentarían al cambiar las condiciones del entorno, generándose nuevas ideas de proyectos tendientes a buscar soluciones inteligentes en relación con el nuevo escenario.

Por otra parte, también existen cambios socioculturales que traen como consecuencia que los hábitos o costumbres de los consumidores tiendan a modificarse con el paso del tiempo, por lo que los gustos y preferencias generan demanda de nuevos productos o simplemente el abandono de otros que normalmente se consumían.

En toda empresa en funcionamiento los cambios que puedan producirse afectarán, de una manera u otra, los flujos futuros, por lo que la aplicación de las técnicas de preparación y evaluación de proyectos adquiere una gran importancia para el análisis de los cambios que necesariamente todo proyecto conlleva.

1.2. La toma de decisiones asociadas con un proyecto

Existen diversos mecanismos operacionales mediante los cuales un empresario decide invertir recursos económicos en un determinado proyecto. Los niveles decisorios son múltiples y variados, puesto que en el mundo moderno cada vez es menor la posibilidad de tomar decisiones de manera unipersonal. Regularmente, los proyectos están asociados interdisciplinariamente y requieren diversas instancias de apoyo técnico antes de ser sometidos a la aprobación de cada nivel.

No existe una concepción rígida definida para establecer mecanismos precisos en la toma de decisiones asociadas con un proyecto. No obstante, resulta obvio señalar que la adopción de

www.fullengineeringbook.blogspot.com

decisiones exige disponer de un sinnúmero de antecedentes que permitan que esta se efectúe inteligentemente. Para ello se requiere la aplicación de técnicas asociadas a la idea que origina un proyecto, conceptualizadas mediante un raciocinio lógico que implique considerar toda una gama de factores que participan en el proceso de concreción y puesta en marcha.

Toda toma de decisión lleva consigo elementos de riesgo, incertidumbre y ambigüedad. Obviamente, algunas decisiones tienen un menor grado de incertidumbre y otras son muy riesgosas. Resulta lógico pensar que frente a decisiones de mayor riesgo, exista como consecuencia una opción de mayor rentabilidad.

recuerde y reflexione

Sin embargo, lo fundamental en la **toma de decisiones** es que estas se encuentren cimentadas en antecedentes básicos concretos que hagan que se adopten concienzudamente y con el debido conocimiento de las distintas variables que entran en juego. Estas, una vez valoradas, permitirán en última instancia adoptar conscientemente las mejores decisiones posibles.

En el complejo mundo moderno, donde los cambios de toda índole se producen a una velocidad vertiginosa, resulta necesario disponer de un conjunto de antecedentes justificatorios que aseguren una acertada toma de decisiones y hagan posible disminuir el riesgo de equivocarse al decidir la ejecución de un determinado proyecto.

concepto clave

Evaluación de proyectos: conjunto de antecedentes justificatorios mediante los cuales se establecen las ventajas y desventajas que tiene la asignación de recursos para una idea o un objetivo determinado.

A ese conjunto de antecedentes justificatorios, mediante los cuales se establecen las ventajas y desventajas que tiene la asignación de recursos para una idea o un objetivo determinado, se denomina **evaluación de proyectos**.

1.3. Tipología de los proyectos

En este texto, la evaluación de proyectos se entenderá como un instrumento que provee información a quien debe tomar decisiones de inversión. Es obvio que para ello el inversionista tendrá que considerar una serie de variables, de tipo político, estratégico o ético, entre otras.

recuerde y reflexione

Uno de los primeros problemas que se observan al evaluar un proyecto es la gran diversidad de tipos que pueden encontrarse, dependiendo tanto del objetivo del estudio como de la finalidad de la inversión.

Según el **objetivo o la finalidad del estudio**, es decir, de acuerdo con lo que se espera medir con la evaluación, es posible identificar tres tipos de proyectos que obligan a conocer tres formas de obtener los flujos de caja para lograr el resultado deseado. Estos son:

a) Estudios para medir la rentabilidad del proyecto, es decir, del total de la inversión, independientemente de dónde provengan los fondos.
b) Estudios para medir la rentabilidad de los recursos propios invertidos en el proyecto o rentabilidad del inversionista.
c) Estudios para medir la capacidad del propio proyecto, a fin de enfrentar los compromisos de pago asumidos en un eventual endeudamiento para su realización.

conceptos claves

Rentabilidad del proyecto: mide la rentabilidad de un negocio independientemente de quien lo haga.

Rentabilidad del inversionista: mide la rentabilidad de los recursos propios del inversionista en la eventualidad de que se lleve a cabo el proyecto.

Para el evaluador de proyectos es necesario y fundamental diferenciar entre la **rentabilidad del proyecto** y la **rentabilidad del inversionista**. Mientras en el primer caso se busca medir la rentabilidad de un negocio, independientemente de quien lo haga, en el segundo interesa, contrariamente, medir la rentabilidad de los recursos propios del inversionista en la eventualidad de que se lleve a cabo el proyecto.

Aunque la evaluación de proyectos de inversión en empresas en marcha tiene diferencias significativas respecto de la evaluación de proyectos para medir la conveniencia de la creación de nuevos negocios, los fundamentos conceptuales básicos son comunes a ambos tipos de estudios.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Según **la finalidad o el objeto de la inversión**, es decir, del objetivo de la asignación de recursos, es posible distinguir entre proyectos que buscan crear nuevos negocios o empresas y aquellos que buscan evaluar un cambio, mejora o modernización en una empresa ya existente. En el primer caso, la evaluación se concentrará en determinar todos los costos y beneficios asociados directamente con la inversión. En el segundo, solo considerará aquellos que son relevantes para la decisión que se deberá tomar. Así, por ejemplo, si se evalúa el reemplazo de una ambulancia, el costo de la remuneración del chofer es irrelevante, puesto que, sin importar la marca por la que se opte, el sueldo será el mismo. Esto se conoce también como **evaluación marginal o incremental**.

Entre los proyectos más frecuentes en las empresas en funcionamiento se identifican proyectos que involucran el *outsourcing*,[1] la internalización de servicios o elaboración de productos provistos por empresas externas, incorporación de nuevas tecnologías de información, innovación en el modelo de negocios, ampliación de los niveles de operación de la empresa, abandono de ciertas líneas de producción o el simple reemplazo de activos que pueden o no implicar cambios en algunos costos, mas no en los ingresos ni en el nivel de operación de la empresa.

Una clasificación más profunda permitiría identificar varias opciones para un mismo proyecto. Por ejemplo, proyectos que enfrentan una ampliación mediante el reemplazo de equipos de menor capacidad por otros de mayor capacidad, o con una inversión complementaria que se adiciona a los activos actuales. Con ambas alternativas se soluciona el mismo problema de crecimiento, pero con fuertes y distintas implicancias sobre el trabajo del evaluador. De la misma manera, cada uno de los casos anteriores también puede clasificarse en función de su fuente de financiamiento: con *leasing*,[2] con endeudamiento con el sistema financiero o con proveedores con recursos propios, o con una combinación de estas fuentes.

Un proyecto que involucra la ampliación de la capacidad de producción obliga necesariamente a considerar su impacto sobre las estructuras de costos y beneficios vigentes de la empresa.

Los proyectos se clasifican según la finalidad del estudio y según el objeto de la inversión (ver figura 1.2).

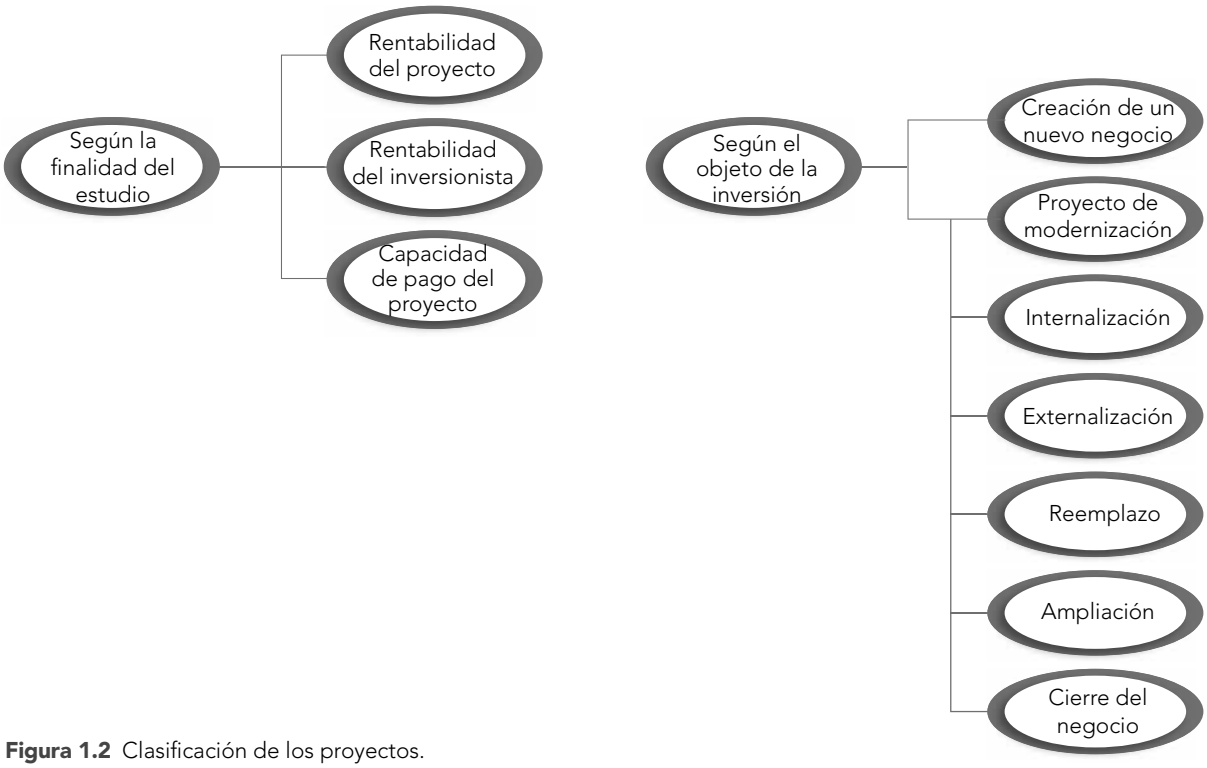


Figura 1.2 Clasificación de los proyectos.

[1] Corresponde a la externalización de ciertos procesos que actualmente se realizan dentro de la empresa.

[2] Es una manera de financiar la adquisición de un activo, mediante la cual se compromete una serie de pagos futuros, bajo la forma de un arrendamiento, con la opción de compra junto con el pago de la última cuota.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Según la finalidad del estudio, los proyectos se hacen para evaluar:

1. La rentabilidad del proyecto
2. La rentabilidad del inversionista
3. La capacidad de pago del proyecto

Según el objeto de la inversión, los proyectos se hacen para evaluar:

1. La creación de un nuevo negocio
2. Un proyecto de modernización en empresas en marcha, el cual puede incluir:
   - Externalización
   - Internalización
   - Reemplazo
   - Ampliación
   - Cierre de negocio

1.4. La evaluación de proyectos

Si se encarga la evaluación de un mismo proyecto a dos especialistas diferentes, seguramente ambos resultados serán distintos por el hecho de que la evaluación se basa en estimaciones de lo que se espera que sean en el futuro los beneficios y costos que se asocian con un proyecto. Más aún, quien evalúa el proyecto toma un horizonte de tiempo, normalmente 10 años, sin conocer la fecha en la que el inversionista desee y esté en condiciones de llevarlo a cabo, y "estima o simula" qué puede pasar en ese periodo: comportamiento de los precios, disponibilidad de insumos, avance tecnológico, evolución de la demanda, evolución y comportamiento de la competencia, cambios en las políticas económicas y otras variables del entorno, etcétera. Difícilmente dos especialistas coincidirán en esta apreciación del futuro. Pero aun si así fuera, todavía tienen que decidir qué forma tendrá el proyecto: elaborarán o comprarán sus insumos, arrendarán o comprarán los espacios físicos, usarán una tecnología intensiva en capital o en mano de obra, harán el transporte en medios propios o ajenos, se instalarán en una o más localidades, implantarán sistemas computacionales o manuales, trabajarán con un solo turno con más capacidad instalada o con dos turnos con menos inversión fija, determinarán cuál será el momento óptimo de la inversión y el de abandono, venderán a crédito o solo al contado, aprovecharán los descuentos por volumen y pronto pago o no, etcétera.

La evaluación de proyectos pretende medir objetivamente ciertas variables resultantes del estudio del proyecto, las cuales permiten obtener diferentes indicadores financieros que finalmente sirven para evaluar la conveniencia económica de implementar el proyecto.

Lo anterior no significa desconocer la posibilidad de que puedan existir criterios disímiles de evaluación para un mismo proyecto. Lo realmente decisivo es poder plantear premisas y supuestos válidos que hayan sido sometidos a convalidación a través de distintos mecanismos y técnicas de comprobación. Las premisas y los supuestos deben nacer de la realidad misma en la que el proyecto estará inserto y en la que deberá rendir sus beneficios.

La correcta valoración de los beneficios esperados permitirá definir de manera satisfactoria el **criterio de evaluación** que sea más adecuado.

Por otra parte, la clara definición de cuál es el objetivo que se persigue con la evaluación constituye un elemento clave para tener en cuenta la correcta selección del criterio evaluativo.

En este sentido, el objetivo de la evaluación no es la búsqueda de la precisión de los antecedentes económicos que dan origen a un resultado, sino más bien analizar y estimar con un cierto orden de magnitud un conjunto de variables que permitan juzgar la conveniencia de su implementación.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Algunos especialistas pueden definir que la evaluación se inserta dentro del esquema del interés privado y que la suma de estos intereses, reflejados por medio de las preferencias de los consumidores (como consecuencia de los precios del mercado), da origen al interés social. Por su parte, otros podrán sostener que los precios del mercado reflejan de manera imperfecta las preferencias del público o el valor intrínseco de los factores utilizados para su fabricación.

Un proyecto puede tener diferentes apreciaciones desde los puntos de vista privado y social. Por ejemplo, en el mundo no existen experiencias en torno a la construcción de un ferrocarril metropolitano de propiedad privada, pues no resultaría lucrativo desde un punto de vista financiero. No ocurre lo mismo desde una perspectiva social, conforme la cual la comunidad se vería compensada directa e indirectamente por la asignación de recursos efectuada mediante un criterio de asignación que respete prioridades sociales de inversión.

El marco de la realidad económica institucional vigente en un país será lo que defina, en mayor o menor grado, el criterio imperante en un momento determinado para la evaluación de un proyecto. Sin embargo, cualquiera que sea el marco en el que el proyecto esté inserto, siempre será posible medir los costos de las distintas alternativas de asignación de recursos a través de un criterio económico que permita, en definitiva, conocer las ventajas y desventajas cualitativas y cuantitativas que implica la asignación de los recursos escasos a un determinado proyecto de inversión.

1.5. Evaluación social de proyectos

La **evaluación social de proyectos** compara los beneficios y costos que una determinada inversión puede tener para la comunidad de un país en su conjunto. No siempre un proyecto que es rentable para un particular también lo es para la comunidad, y viceversa.

concepto clave

Evaluación social de proyectos: compara los beneficios y costos que una determinada inversión puede tener para la comunidad de un país en su conjunto.

Cuando un proyecto desde el punto de vista privado no resulta rentable, pero sí lo es socialmente, la evaluación social permite determinar si el monto del subsidio al inversor privado para que el proyecto le resulte rentable es compensado por los beneficios sociales.

recuerde y reflexione

En efecto, si el tamaño del subsidio es mayor que el beneficio social cuantificado, entonces no resultará conveniente subsidiar la inversión u operación del inversor privado.

Tanto la evaluación social como la privada usan criterios similares para estudiar la viabilidad de un proyecto, aunque difieren en la valoración de las variables determinantes de los costos y beneficios que se les asocien. A este respecto, la evaluación privada trabaja con el criterio de **precios de mercado**, mientras que la evaluación social lo hace con **precios sombra o sociales**. Estos últimos, con el objeto de medir el efecto que tendrá implementar un proyecto sobre la comunidad, deben tener en cuenta los efectos indirectos y externalidades que generan sobre su bienestar, por ejemplo, la redistribución de los ingresos o la disminución de la contaminación ambiental.

Asimismo, existen otras variables que la evaluación privada incluye y que pueden ser descartadas en la evaluación social, como el efecto directo de los impuestos, subsidios u otros que, en relación con la comunidad, solo corresponden a transferencias de recursos entre sus miembros.

Los precios privados de los factores pueden corregirse a precios sociales, ya sea por algún criterio particular en cada proyecto, o aplicando los factores de corrección que varios países definen para su evaluación social. Sin embargo, siempre se encontrará que los proyectos sociales requieren, por parte del evaluador, la definición de corrección de los valores privados a valores sociales. Para ello, el estudio de proyectos sociales considera los costos y beneficios directos, indirectos e intangibles y, además, las externalidades que producen.

Los beneficios directos se miden por el incremento que el proyecto provocará en el ingreso nacional mediante la cuantificación de la venta monetaria de sus productos, en la cual el precio social considerado corresponde al precio del mercado ajustado por algún factor que refleje las distorsiones existentes en el mercado del producto. De igual manera, los costos directos corres-

www.fullengineeringbook.blogspot.com

ponden a las compras de insumos, en las cuales el precio también se corrige por un factor que incorpore las distorsiones de los mercados de bienes y servicios demandados.

Los costos y beneficios sociales indirectos corresponden a los cambios que provoca la ejecución del proyecto en la producción y el consumo de bienes y servicios relacionados con este. Por ejemplo, los efectos sobre la producción de insumos que demande o de los productos sobre los que podría servir de insumo —lo cual puede generar beneficios o costos sociales— dependen de la distorsión que exista en los mercados de los productos afectados por el proyecto.

Los beneficios y costos sociales intangibles, si bien no siempre se pueden cuantificar monetariamente, deben considerarse cualitativamente en la evaluación, en consideración con los efectos que la implementación del proyecto que se estudia puede tener sobre el bienestar de la comunidad. Por ejemplo, la conservación de lugares históricos o los efectos sobre la distribución geográfica de la población, geopolíticos o de movilidad social, entre otros.

concepto clave

Externalidades de un proyecto: los efectos positivos y negativos que sobrepasan a la institución inversora; por ejemplo, la contaminación ambiental que puede generar el proyecto.

Son **externalidades de un proyecto** los efectos positivos y negativos que sobrepasan a la institución inversora, como la contaminación ambiental que puede generar el proyecto, o aquellos efectos redistributivos del ingreso que este pudiera ocasionar. En el capítulo 19 de este libro se estudian en detalle los procedimientos más utilizados en la preparación y evaluación social de proyectos de inversión.

1.6. Los proyectos en la planificación del desarrollo

concepto clave

Planificación: proceso mediador entre el futuro y el presente.

La **planificación** constituye un proceso mediador entre el futuro y el presente. Se ha señalado que el futuro es incierto, puesto que lo que ocurrirá mañana no es tan solo una consecuencia de muchas variables cambiantes, sino que fundamentalmente dependerá de la actitud que adopten los seres humanos en el presente, pues ellos son, en definitiva, los que crean estas variables.

El futuro, construido por todos nosotros, incidirá en cada agente económico ahora, en el momento en el que debe efectuarse el proceso de evaluación de un proyecto cuyos efectos se esperan para mañana. Ese porvenir afecta al presente, que es cuando puede hacerse algo para estar en condiciones de aprovechar las oportunidades del futuro.

recuerde y reflexione

> Por lo tanto, como señala el profesor Carlos Matus, "el primer argumento que hace necesaria la planificación reside en que un criterio para decidir qué debo hacer hoy se refiere a si esa acción de hoy será eficaz mañana para mí".[3]

Siguiendo este raciocinio, puede concluirse que explorar e indagar sobre el futuro ayuda a decidir anticipadamente de manera más eficaz. Si no se efectúa esa indagación y no se prevén las posibilidades del mañana, se corre el riesgo evidente de actuar tardíamente ante problemas ya creados u oportunidades, que serán desaprovechadas por no haberlas previsto con la suficiente antelación.

Antes de emprender cualquier proyecto, debe decidirse cuánto será el monto de la inversión que debe hacerse para su puesta en marcha. Sin embargo, esa decisión estará sustentada en proyecciones de mercado, crecimiento de la población, del ingreso, de la demanda, de las características propias del bien o servicio que desea producirse, etcétera. Sobre la base de esa exploración del futuro se adopta hoy una decisión, la que en definitiva será más o menos acertada según sea la calidad y acuciosidad de la investigación y de sus proyecciones.

De esta manera, el mañana incierto depende, en su momento, de una multiplicidad de factores que debe intentarse proyectar. Por ejemplo, quizá no resulte muy complicado prever cuál podrá ser, dentro de cinco años, el nivel de ingreso de la población y su distribución. Sin embargo, resultará mucho más difícil anticipar la actitud y las decisiones que adoptarán las personas dentro de cinco años con sus mismos ingresos.

[3] C. Matus, *Adiós, Sr. Presidente*, Editorial Pomaire, Caracas, 1987, p. 24.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

recuerde y reflexione

De lo anterior se desprende que la planificación debe prever cuantitativamente no solo los resultados posibles del desarrollo global o sectorial, sino también el comportamiento de los distintos componentes de la sociedad.

Los indicadores que señalan el comportamiento de la economía de los países son diversos. La autoridad pública, política y económica resulta juzgada, en definitiva, por sus resultados, razón por la cual promover y procurar el desarrollo económico y social constituyen metas muy apreciadas de los planes de desarrollo. Sin embargo, el logro de resultados satisfactorios depende de una gran variedad de factores, de distinto origen y naturaleza, muchas veces imposibles de prever. La globalización de los mercados y de la economía ha creado un mundo interrelacionado en el que los resultados de unos afectan a los otros y viceversa. Las crisis económicas, políticas o sociales de una región o de un país determinado podrían llegar a tener importantes repercusiones en otros. De esta manera, la globalización de las economías y de los mercados conlleva desafíos que es necesario considerar en cualquier proyecto, puesto que el marco preferencial en el que se pretenden incorporar las técnicas de preparación y evaluación de proyectos obligatoriamente estará influido por la estrategia de desarrollo que el país intente llevar a cabo.

Por cierto, el marco político e institucional, las leyes, los reglamentos, las políticas tributarias y económicas se encuentran en permanente evolución y, por lo tanto, lo que resulta ser válido y coherente en el momento actual no lo será en el futuro. Por eso, en la preparación y evaluación de proyectos debe estimarse un horizonte donde pueda vislumbrarse un futuro cuyas situaciones necesariamente serán distintas a las actuales. El preparador y evaluador de proyectos siempre se encontrará inmerso en una determinada realidad, en la cual los planes de desarrollo existentes influirán determinantemente en la búsqueda de las técnicas más adecuadas, capaces de entregar resultados en la construcción del flujo de fondos del proyecto, aun cuando al producirse posteriormente un cambio en la estrategia de desarrollo, dicha metodología y sus resultados no tengan la misma validez.

En esa perspectiva, el raciocinio del profesor Carlos Matus adquiere de nuevo plena validez cuando señala: "Los procesos sociales, como procesos humanos ricos y complejos, están muy lejos de poder ser precisados y explicados con variables numéricas. La calidad y la cantidad se combinan para dar precisión a nuestras explicaciones y diseños. En la jerarquía de las precisiones está primero la calidad y después la cantidad como una condición a veces necesaria de la precisión, pero nunca como una condición suficiente. No podemos, por consiguiente, eliminar lo cualitativo de nuestros planes y disociarlo de lo cuantitativo con el pretexto de que lo no medible no influye".[4]

recuerde y reflexione

Planificar el desarrollo significa determinar los objetivos y las metas en el interior de un sistema económico para una forma de organización social y para una determinada estructura política en un horizonte de tiempo determinado.

De esta manera, la planificación, y dentro de ella la preparación y evaluación de proyectos, tiene un carácter neutral y puramente técnico, ya que no puede considerársele como característica de un determinado sistema político, económico o social. Sin perjuicio de lo anterior, debe reconocerse que algunos modelos de desarrollo económico ofrecen una gama más amplia de instrumentos susceptibles de aplicarse en la planificación.

Por otra parte, todo gobernante intenta establecer programas sectoriales que redunden en resultados concretos para la población, en una integración que se advierte cada vez más sustentada en una mutua colaboración entre el Estado y los múltiples proyectos que el sector privado lleva a cabo, en concordancia con las reglas del juego y la voluntad política para llevarlos a cabo. Así, por ejemplo, si un programa de gobierno planea dotar a todas las escuelas públicas del país

[4] *Op. cit.*, p. 48.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

de textos de estudio de calidad e innovadores, de acuerdo con la realidad de los tiempos, la autoridad podría, mediante una licitación, solicitar al sector privado la preparación de dichos textos; asimismo, podría adjudicar la impresión a una empresa y la distribución nacional a otra empresa diferente, y así sucesivamente. De esta manera, el conocimiento de los planes de gobierno permite generar al sector privado múltiples iniciativas tendientes a satisfacer esos requerimientos, para los que necesariamente deberán utilizarse las técnicas de preparación y evaluación de proyectos a fin de decidir llevarlos a cabo.

Debido a lo anterior es que los organismos públicos destinados a planificar el desarrollo deben utilizar y conocer la validez y riqueza que entregan las técnicas que se indican en este texto. Los conceptos que se desarrollarán en los capítulos siguientes constituyen un instrumento tanto para los gobiernos como para el sector privado para la correcta asignación de los recursos escasos, de acuerdo con las prioridades políticas que obligatoriamente todo gobierno debe establecer.

Pretender señalar que la preparación privada de proyectos está divorciada de la evaluación social, y que los caminos y metodologías de una y otra técnica apuntan a resultados distintos, y quizá contrapuestos, constituye una aseveración no compatible con la realidad concreta de aplicación y decisión acerca de la correcta asignación de recursos. En las economías modernas, tanto las autoridades de gobierno como el sector privado desempeñan roles complementarios en los cuales unos y otros deben adoptar decisiones sustentadas en información confiable, la cual, debidamente proyectada en tiempo y concordancia con la situación que desea satisfacerse, debe entregar los resultados que, respaldados técnicamente, permitan a ambos adoptar y asumir la decisión que corresponda con la correcta asignación de los recursos.

En este orden de ideas, resulta importante considerar que las reglas del juego sean claramente percibidas en el sector privado y así actuar en concordancia con ellas. Los inversionistas adoptan sus decisiones observando las características de las políticas públicas, en especial las económicas y laborales, las cuales deberían apuntar a mantener y conducir el progreso y bienestar de la población.

Todas estas herramientas pretenden conseguir que la asignación de recursos se efectúe con criterios de racionalidad, de previsión de hechos y de fijación de metas coherentes y coordinadas. La preparación y evaluación de proyectos surge de la necesidad de valerse de un método racional que permita cuantificar las ventajas y desventajas que implica asignar recursos escasos y de uso optativo a una determinada iniciativa, la cual necesariamente deberá estar al servicio de la sociedad y del hombre que vive en ella.

Resumen

La preparación y evaluación de proyectos (PEP) aborda el problema de la asignación de recursos de manera explícita, recomendando a través de distintas técnicas que una determinada iniciativa se lleve a cabo por sobre otras alternativas de proyectos. El objetivo de la evaluación de proyectos no radica en la búsqueda de la precisión de los resultados, sino en determinar órdenes de magnitud coherentes que permitan juzgar la conveniencia de su implementación. La PEP constituye una herramienta de asignación de recursos que permite disminuir los niveles de riesgo, incertidumbre y ambigüedad en la toma de decisiones.

Los proyectos surgen de las necesidades individuales y colectivas de las personas; son ellas las que importan, son sus necesidades las que deben satisfacerse por medio de una adecuada asignación de los recursos, teniendo en cuenta la realidad social, cultural y política en la que el proyecto pretende desarrollarse.

La evaluación de proyectos proporciona una información adicional para ayudar a tomar una decisión. En este sentido, es conveniente hacer más de una evaluación para informar tanto de la rentabilidad del proyecto como de la del inversionista y de la capacidad de pago para enfrentar deudas. Por otra parte, debe diferenciarse entre la manera de evaluar la creación de un nuevo negocio y la de evaluar inversiones en empresas en marcha: *outsourcing*, reemplazo, ampliación, internalización y abandono.

Socialmente, la técnica de la evaluación de proyectos busca medir el impacto que una determinada inversión tendrá sobre el bienestar de la comunidad. Por medio de la evaluación social se intenta cuantificar los costos y

www.fullengineeringbook.blogspot.com

beneficios sociales directos, indirectos e intangibles, además de las externalidades que el proyecto pueda generar.

La planificación constituye un proceso mediador entre el futuro y el presente. El mañana nos afecta hoy porque es hoy cuando podemos decidir hacer algo para estar en condiciones de aprovechar las oportunidades del mañana. Es por ello que en todo proyecto debe planificarse el futuro, para así poder determinar tanto las variables susceptibles de ser medidas numéricamente como aquellas de carácter cualitativo de indudable incidencia en el comportamiento del proyecto en el tiempo.

La puesta en marcha de los programas definidos se realiza mediante la elaboración de proyectos, los cuales deberán prepararse y evaluarse para ulteriormente aprobarse o rechazarse en función de su viabilidad económica y del cumplimiento de los objetivos establecidos en el programa.

El proyecto no puede entenderse como un objetivo en sí mismo; por el contrario, solo será un medio para alcanzar los objetivos generales sobre los cuales se elaboró tanto el plan de desarrollo como el diseño de estrategias de solución de los problemas sectoriales.

El preparador y evaluador de proyectos tiene que ser neutral respecto a las políticas de contexto que se dan en un momento determinado, independientemente de cuál sea su posición frente a ellas.

Preguntas y problemas

1. Defina la problemática de la evaluación de proyectos y la importancia que puede asignársele a su preparación y evaluación como técnica de análisis.
2. Señale la utilidad que revisten los proyectos en la sociedad.
3. De acuerdo con la lectura de este capítulo, explique las limitaciones que le sugiere la técnica de evaluación.
4. ¿Por qué se dice que dos expertos que estudian un mismo proyecto independientemente obtienen resultados distintos? A su juicio, ¿resta esto valor a la técnica de preparación y evaluación de proyectos?
5. Describa cómo se clasifican los proyectos en función del objeto del estudio.
6. Describa cómo se clasifican los proyectos en función del objeto de la inversión.
7. ¿Qué es la evaluación social de proyectos y en qué difiere de la evaluación privada?
8. Explique el significado y alcance de los beneficios y costos sociales directos, indirectos e intangibles y de las externalidades.
9. Relacione la preparación y evaluación de proyectos con la planificación del desarrollo.

Comente las siguientes afirmaciones:

a) Dado que el entorno del proyecto es por definición cambiante, las técnicas de preparación y evaluación de proyectos nunca serán absolutamente confiables.

b) Una vez determinada la rentabilidad de un proyecto y habiéndose tomado la decisión de llevarlo a cabo, las técnicas de preparación y evaluación de proyectos no serán utilizadas en la gestión de la empresa, ya que en esta etapa la capacidad gerencial de ella deberá resolver los problemas que se presenten.

c) La rentabilidad del proyecto y la rentabilidad del inversionista nunca podrían ser iguales.

d) En el caso de que se desee efectuar una investigación para reemplazar un equipo actualmente en uso por otro que con el tiempo podría disminuir los costos de operación, todos los costos asociados a una u otra alternativa deberán considerarse.

e) La preparación de un proyecto representa la identificación de técnicas que permitan disponer de antecedentes cuantitativos para construir un flujo de fondos o de caja. La evaluación del proyecto representa la incorporación del valor del dinero en el tiempo para así actualizar los flujos y recomendar el mejor curso de acción por seguir.

f) El preparador y evaluador de proyectos solo indaga acerca de los hechos futuros y actuales, ya que no dispone de herramientas que le permitan adelantarse a los hechos y a la construcción de flujos.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

g) Las técnicas de preparación y evaluación de proyectos solo pueden utilizarse en los modelos de desarrollo de libre empresa, puesto que en los modelos de desarrollo de planificación central es el Estado el que determina la asignación de recursos.
h) La evaluación privada y la evaluación social de proyectos tienen fundamentos absolutamente contradictorios.
i) El rol del Estado y el del empresario privado son contradictorios entre sí, ya que el primero busca el bienestar de la sociedad en su conjunto, mientras que el segundo busca maximizar la rentabilidad de su inversión.
j) Los equilibrios macroeconómicos y la estabilidad en las políticas del Estado no tienen mayor repercusión en el estudio privado de un proyecto.

Bibliografía

Córdoba Padilla, Marcial, *Formulación y evaluación de proyectos*, Bogotá, Ecoe Ediciones, 2006.

Fontaine, Ernesto, *Evaluación social de proyectos*, 13a. edición, Santiago, Pearson, 2008.

Hall, R.E. y Lieberman, M.F., Economía: *Principios y aplicaciones*, Thomson, 2003.

Ilpes, *Guía para la presentación de proyectos*, México: Siglo XXI Editores, 2006.

_____, *La modernización de los sistemas nacionales de inversión pública: análisis crítico y perspectivas*, Santiago de Chile, 2002.

Jansson, Axel, *Eficiencia y equidad en la evaluación social de proyectos*, Santiago, Publicaciones Editorial Gestión – Universidad de Chile, 1996.

_____, *Fundamentos de evaluación social de proyectos*, Santiago: Universidad de Chile, 1998.

Keynes, J. Maynard, *Teoría general de la ocupación, el interés y el dinero*, 4a. Edición, México: Fondo de Cultura Económica, 2003.

Martner, Gonzalo. *Planificación y presupuestos por programas*, 22a. edición, México: Siglo Veintiuno Editores, 2004.

Matus, Carlos, *Adiós, Señor Presidente*, LOM Ediciones, 1998.

Mideplan, *Inversión pública, eficiencia y equidad*, Santiago, 1992.

Osorio, Carlos, "El arte de fallar" en *Harvard Business Review*, mayo 2010.

Sapag, Nassir, *Criterios de evaluación de proyectos: cómo medir la rentabilidad de las inversiones*, Madrid: McGraw-Hill, 1993.

_____, *Evaluación de inversiones en la empresa: outsourcing, reemplazo, abandono, ampliación e internalización*, Santiago, Ciade, 1998.

Sapag, Reinaldo, *Preparación y evaluación de proyectos. Nociones Básicas*, 2011.

Smith, Adam, *La riqueza de las naciones*, Longseller, 2001.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Capítulo 2

Identificación de oportunidades de negocio

El objetivo de este capítulo es establecer una metodología que permita identificar y definir la idea de proyecto que pretende evaluarse. En efecto, el punto de partida del proceso de PEP muchas veces consiste en definir qué se pretende evaluar y no partir de una idea preconcebida. Por lo tanto, la definición de la idea de proyecto puede constituir parte del proceso de formulación y preparación del mismo.

Cuando una persona sale de un aeropuerto de un país o ciudad que nunca antes había visitado, lo primero que quiere saber es dónde está, hacia dónde ir y luego buscar cómo llegar a ese lugar. Antes de emprender cualquier evaluación, se debe ser capaz de responder las mismas preguntas: ¿dónde estamos?, ¿hacia dónde queremos ir?, y ¿cómo vamos a llegar? Solo de esta forma se tendrá claridad respecto de qué se va a evaluar.

Figura 2.1 Identificación de oportunidades de negocio.

2.1. ¿Dónde estamos?

Diagnosticar adecuadamente dónde estamos insertos constituye el punto de partida del proceso de identificación de **oportunidades de inversión**. En este sentido, debe tenerse en consideración la transversalidad del diagnóstico, es decir, entender y contextualizar el entorno mundial y local de un país, comprender y diagnosticar los diferentes grupos afectados o *stakeholders*[1] externos, el comportamiento de los distintos agentes del mercado y contextualizar la situación actual de la empresa en todas sus áreas y ámbitos, donde también cabe el análisis de las fortalezas y debilidades de quienes pretenden efectuar el emprendimiento. Por lo tanto, el análisis parte de lo macro hacia lo micro, pero siempre teniendo en consideración la integración de las variables y las relaciones causa-efecto que hay en cada una de ellas.

concepto clave

Contexto internacional: ayuda a entender las fuerzas que mueven el planeta.

El **contexto internacional** ayuda a entender las fuerzas que mueven el mundo. Actualmente, los procesos globales son de una magnitud sin precedentes. El mundo se caracteriza por un vertiginoso incremento de los intercambios de capitales, bienes y servicios, de información, ideas, tecnologías y pautas culturales. Por ello, la idea de proyecto que se proponga no puede ser ajena a lo que está ocurriendo en el ámbito político en América Latina, Europa, Estados Unidos, Medio Oriente y Asia. Hoy no puede mirarse un país y menos una ciudad como un mercado aislado. El desarrollo de las telecomunicaciones y la integración mundial hacen que los proyectos no puedan ser analizados considerando únicamente el contexto local. Por tal razón, para pensar en una idea de proyecto innovadora resulta fundamental entender las tendencias en

[1] Se denomina así a quienes son afectados por las actividades de una empresa.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

cuanto a la situación financiera global, comprender acontecimientos como la crisis de deuda acaecida en Europa en 2012 y los efectos en la inmigración de la población; el control de la información; el desafío ambiental; la eficiencia energética y la sustentabilidad que contemplan la tendencia hacia lo verde y hacia la utilización de los recursos renovables no convencionales; la política económica en los distintos países; el envejecimiento poblacional y el consecuente efecto sobre las necesidades que este segmento poblacional requerirá en el futuro. Por otra parte, aspectos culturales como la tendencia hacia el consumo de productos naturales y orgánicos, hacia lo sustentable; los cambios mundiales en la religión; las revoluciones sociales, como la primavera árabe en Túnez, Egipto y Libia; el terrorismo mundial, como el atentado de Oslo, en Noruega, o el ocurrido en la estación de Atocha, en Madrid; las pandemias, como la fiebre porcina en México; el alcance de las redes sociales, como el *boom* de Twitter y Facebook; el calentamiento global y sus consecuentes efectos en la matriz energética de los países o en las políticas medioambientales y en las regulaciones en pro de la sustentabilidad; la tendencia de las empresas por disponer de una política de responsabilidad social empresarial; la credibilidad de las instituciones, como las clasificadoras de riesgo en la crisis *sub prime* o las empresas auditoras en distintos países, etcétera. Todas estas situaciones están entrelazadas entre sí; por lo tanto, entender cómo se comportan, cómo se mueven, por qué se generan, cuáles son las motivaciones que hay detrás, ayuda a comprender hacia dónde van y, por ende, permiten generar ***insight*** para detectar oportunidades, así como definir y generar ideas de proyecto que permitan resolver problemas y satisfacer necesidades, todo lo cual es por definición cambiante.

conceptos claves

***Insight*:** capacidad de entendimiento de un problema o situación.

Contexto local: ayuda a entender la idiosincrasia y la realidad de la ciudad o región donde se pretende invertir.

En segundo orden está el entendimiento del **contexto local**. Cualquier emprendimiento se realizará en un determinado país o en varios, por lo que entender la idiosincrasia y la realidad local es fundamental para identificar oportunidades de inversión.

recuerde y reflexione

Entender la realidad política actual, la voluntad política del gobierno de turno y las directrices de mando son elementos estructurales fundamentales para detectar oportunidades de negocio.

Los programas de gobierno pueden incentivarse iniciativas en los ámbitos ambiental, educacional, de salud, de seguridad social, de transporte público, de matriz energética, etcétera, que dan luces y señales para determinar hacia dónde se quiere llegar. Otro tanto ocurre con determinadas regiones en un mismo país, en las que pueden presentarse situaciones de carácter especial, como la demanda de derechos ancestrales en un determinado sector del territorio nacional.

El contexto económico constituye otro de los pilares en la determinación de oportunidades. La política económica fiscal y monetaria, y su consecuente efecto en el nivel de empleo, crecimiento económico, PIB per cápita, nivel de inflación, tasas de interés, tipo de cambio, etcétera, permiten entender hacia dónde va un país y, por consiguiente, sus necesidades futuras en educación, vivienda, conectividad, productos, servicios, recreación y energía, por mencionar algunos de los aspectos relevantes. Asimismo, entender el contexto social, el cambio en las costumbres y comportamientos de las personas, como la tendencia hacia lo sustentable, el rol de la mujer en la sociedad, la disminución de la discriminación sexual, la cultura de lo desechable, el uso intensivo de dispositivos electrónicos de parte de los niños, el número de matrimonios por persona, la aceptación del fracaso matrimonial, la reducción en el número de hijos, entre otros aspectos, son tendencias que abren nuevas e innovadoras oportunidades de negocio.

El entendimiento del contexto regulatorio en los ámbitos tributario, de tarificación, de la ley de concesiones, de salud, educación y laboral también constituye una fuente de oportunidades. Siempre después de una crisis nace una nueva regulación que condiciona una manera distinta de hacer las cosas, lo que puede implicar el fracaso de proyectos existentes para algunos, pero también el nacimiento de otros nuevos, como la obligación de compra de energía sustentable por parte de operadores que laboran a base de carbón o diesel, así se podrían dar múltiples ejemplos en concordancia con las políticas de cada país o región.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

El contexto ambiental está muy ligado a lo anterior. Hoy en día, las consecuencias del calentamiento global, en conjunto con una mayor sensibilidad de la población por el cuidado del planeta, han llevado a las empresas a desarrollar acciones de responsabilidad social empresarial (RSE), que conllevan necesariamente el replantearse la forma de hacer las cosas. Ello no solo pasa por un cambio regulatorio ambiental, sino fundamentalmente por la mayor conciencia de las empresas y de la misma sociedad, lo que deriva en nuevos proyectos o nuevas formas de hacer las cosas.

Conocer, entender y asimilar el contexto tecnológico también es una fuente de inspiración de nuevas ideas. La tecnología avanza a pasos exponenciales, incluso a una velocidad mayor que la capacidad de asimilarla; no obstante, ello no solo cambia la forma de comportarnos, sino también la forma cómo las empresas deben adaptarse a las nuevas propuestas de tecnologías de información (TI). El *boom* de *e-learning*, *e-book*, iTunes y Amazon son claros ejemplos de plataformas de negocios basadas en desarrollos tecnológicos.

El tercer eje de análisis del proceso de entendimiento y comprensión de dónde estamos tiene relación con el análisis de los grupos afectados o ***stakeholders* externos**. Entender las motivaciones de ciertas organizaciones ayuda a comprender la existencia de alguna problemática y contribuye a obtener algunas señales de oportunidades de inversión. Organizaciones estudiantiles, organizaciones ambientales, comunidades vecinales, autoridades políticas locales, municipios, comunidades religiosas y otras son parte de una sociedad donde debe convivirse.

recuerde y reflexione

Por ello, el entendimiento de la motivación de los movimientos sociales ayuda a comprender mejor el contexto actual y principalmente sus motivaciones como fuente inspiracional de nuevas oportunidades.

El cuarto eje tiene que ver con el entendimiento de la evolución de los **submercados** en el plano de los segmentos de consumidores, proveedores, competencia, auspiciadores y canales de distribución. El cambio en la posición competitiva genera nuevas oportunidades en una industria determinada. Por ejemplo, las grandes fusiones abren la oportunidad de atender nichos más específicos que se sienten desabastecidos o que no conforman parte de una masa. Por otro lado, el mayor poder negociador de parte de los canales de distribución, en particular del *retail*, ha dado cabida a la innovación en el modelo de negocios, incorporando condiciones cada vez más favorables para ellos, lo que abre nuevas oportunidades al agente dominante.

La evolución de las necesidades de los usuarios va generando nuevos nichos que permiten el desarrollo de nuevos productos y servicios cada vez más específicos, o bien, la incorporación de un proveedor a nuestra propuesta de valor, en la que cada uno coloca su especialidad en pro de una mayor facilidad y experiencia de uso para el cliente. Es importante entender cómo van evolucionando los submercados con los que se va a interactuar, para estar siempre innovando en un proceso de adaptación natural que, de no ocurrir, lleva a las empresas o al proyecto a desaparecer, tal como ocurrió con Kodak y la evolución del mundo de la fotografía, o el hecho de que Sony, siendo el candidato natural para la invención del iPod por su irrupción con el Walkman, no lo haya inventado.

El quinto y último eje está compuesto por **la empresa**. La innovación y la propuesta de nuevas oportunidades también nacen a partir de la propia empresa, donde no solo cabe el análisis de la cadena de valor, sino también la interacción de los distintos departamentos en la búsqueda de soluciones innovadoras.

La identificación de oportunidades internas nace a partir del análisis de las actividades primarias de la propia empresa, como la creación física del producto o servicio, el diseño del mismo, la fabricación, el proceso de comercialización, el servicio de pre y posventa, el control de calidad y la logística interna, las operaciones de recepción, almacenamiento, control de existencias y distribución interna de materias primas y materiales. La logística externa también desempeña un rol importante en las actividades de almacenamiento y recepción de los productos, y de distribución del producto al consumidor o cliente. En cada una de estas actividades puede innovarse y mejorarse, dando origen a los proyectos de modernización y optimización.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

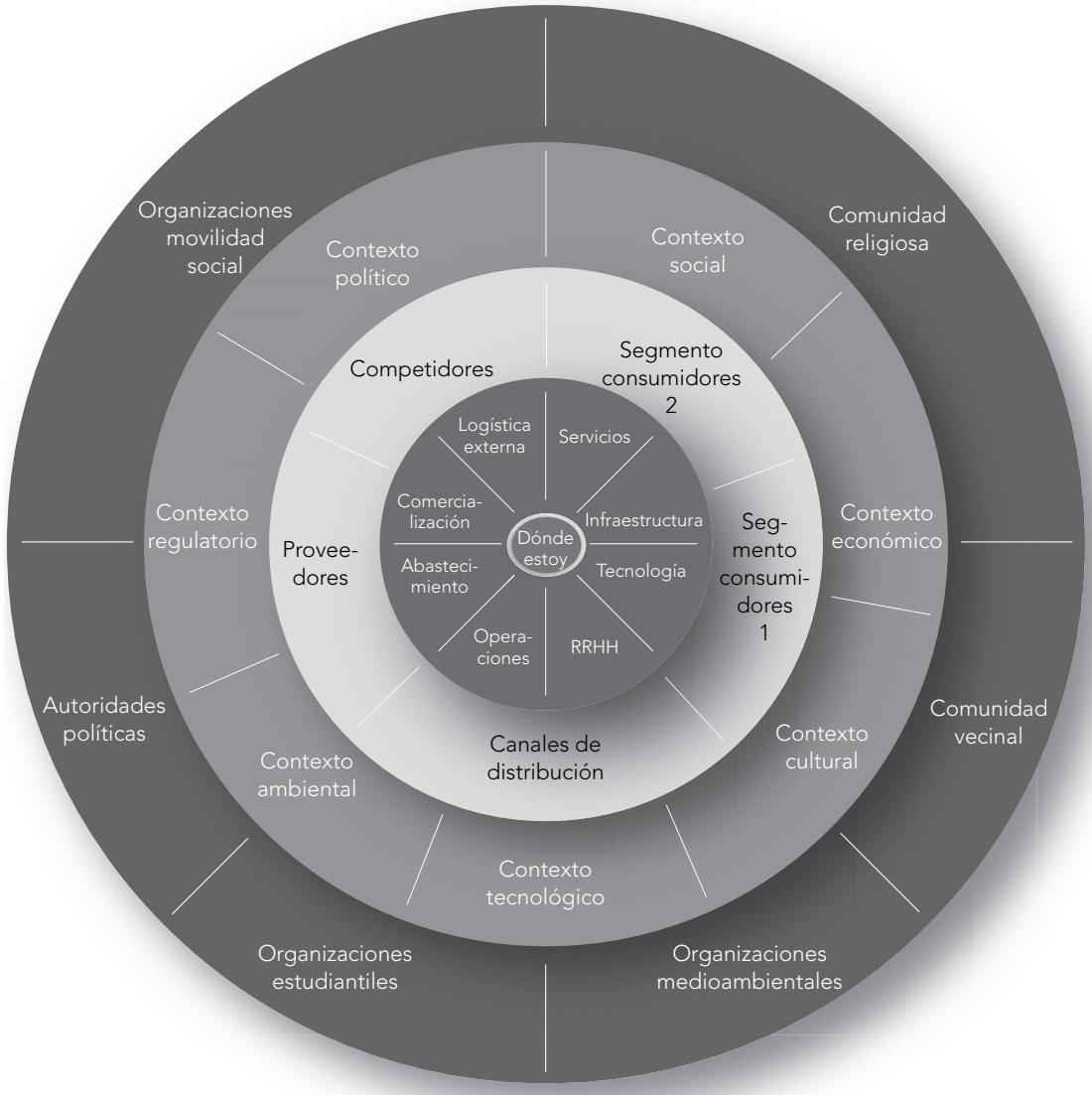


Figura 2.2 Diagnóstico acerca de dónde estamos.

Por otro lado, están las actividades secundarias que apoyan a las primarias, como las de abastecimiento, almacenaje de mercadería, insumos y materiales, así como la infraestructura de la organización, como las actividades que prestan apoyo a toda la empresa: la planificación, la contabilidad y las finanzas; la dirección de recursos humanos en el alineamiento del personal; la búsqueda y contratación de nuevos talentos y la motivación del personal; y, por último, están las actividades relacionadas con el desarrollo de nuevas tecnologías, la investigación y el desarrollo. Todas ellas son fuentes de constante modernización y optimización.

2.2. ¿Hacia dónde vamos?

Una vez que se tiene claridad respecto de dónde estamos en cada uno de los cinco niveles, surge entonces la pregunta obvia: ¿cuál es el rumbo que se quiere tomar? Lo anterior no se responde aduciendo a frases como "yo creo que" o "yo pienso que", sino que obedece a una problemática detectada a partir de lo que hoy ocurre en el mundo que nos rodea, en el contexto de nuestra realidad local, en la interacción de los mercados, los *stakeholders* y, por supuesto, en la propia empresa. Nada es por azar, sino que nace de una identificación clara de un problema, necesidad u oportunidad, el que probablemente aún no se manifiesta, pero que el análisis lógico de las tendencias deja entrever claramente.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

La respuesta a esta interrogante surge del diseño de la **propuesta de valor**, conocida también como el **diseño de la estrategia competitiva**, que corresponde al conjunto de atributos que caracteriza la experiencia del usuario al que queremos entregar, la cual probablemente requerirá de la participación de una multiplicidad de industrias y negocios que no necesariamente representa parte de nuestro *core* o **negocio base**, pero que sí conforma parte integral de la propuesta de valor, pues la tendencia hoy en día es cómo facilitarle la vida al cliente, más allá de condicionarlo a las fronteras naturales del negocio.

concepto clave

Propuesta de valor (o diseño de la estrategia competitiva): el conjunto de atributos que caracteriza la experiencia del usuario al que queremos entregar.

El análisis de dónde estamos permitirá identificar una serie de problemáticas y necesidades que dan origen a ideas de proyecto. Sin embargo, parte del proceso es justamente responder hacia dónde se quiere ir. Por ello, la disponibilidad de recursos, las habilidades y motivaciones personales, y en particular la identificación de ventajas competitivas, marcará la pauta del camino a seguir, pues parte del fracaso de una buena idea nace de la carencia en el conocimiento del negocio, de la falta de *know how* o experiencia, y de la inexistencia de redes de contacto, entre otros.

recuerde y reflexione

Por esta razón la respuesta a tal interrogante surge como consecuencia de la correlación e interacción entre las oportunidades que brinda el mercado y las ventajas competitivas que se tengan como empresa, así como también de las personas que están detrás del emprendimiento. Es común observar en nuestros días que los consorcios que se conforman para llevar a cabo un emprendimiento están compuestos por grupos heterogéneos en los cuales algunos incorporan *know how* operativo, otros capital, otros redes de contactos comerciales y otras redes políticas.

Sin perjuicio de lo anterior, es fundamental priorizar las oportunidades de inversión, pues, como ya se ha señalado, el problema económico de qué y cuánto producir obedece a una carencia de recursos que son escasos y de uso múltiple; por ello, antes de definir el plan de desarrollo, debería evaluarse cada una de las alternativas de inversión detectadas y desechar aquellas que presenten relaciones de riesgo-retorno no compensatorias, donde no se tenga ventajas competitivas claras, o bien, no se cuente con conocimiento del negocio, o al menos no se tenga acceso a ese conocimiento. Por lo tanto, se trata de un proceso de selección cuantitativo y estratégico.

2.3. ¿Cómo vamos a llegar?

Una vez que se tiene claridad acerca de dónde estamos y de hacia dónde queremos ir, entonces surge una interrogante de Perogrullo: ¿cómo lo vamos a lograr? Esta pregunta obedece al diseño de la **estrategia competitiva**, de la **estrategia comercial** y del **modelo de negocio** con los que se dará viabilidad a la ejecución del proyecto. En este sentido, de acuerdo con el profesor Alejandro Ruelas-Gossi,[2] el primer paso consiste en identificar los **nodos de orquestación**. Un nodo representa una industria o un eslabón que constituirá parte de la propuesta de valor que se ofrecerá al consumidor. Por ejemplo, cuando uno compra un libro electrónico, puede hacerlo desde un teléfono móvil u otro dispositivo electrónico con un solo clic, es decir, de una forma muy amigable y fácil para el usuario; sin embargo, para que ello ocurra participan simultáneamente una diversidad de industrias que no tienen patrones comunes, pero que, en forma coordinada y ordenada, sí permiten darle al usuario una experiencia única. Para que ello suceda, debe participar el autor de la obra, el editor, el dueño del portal de internet, el desarrollador del *software*, la compañía que realizó la transacción financiera, el banco asociado, la compañía de telecomunicaciones y el fabricante del dispositivo electrónico, entre otros.

concepto clave

Nodo: representa una industria o un eslabón que constituirá parte de la propuesta de valor que se ofrecerá al consumidor.

Al comprar el libro, el usuario no tiene conocimiento de la forma en la que cada uno de estos nodos se relacionan; por ello, parte de la definición del proyecto, y de lo que pretende

[2] Director, The Strategy Orchestration Action-Tank, Adolfo Ibáñez School of Management, Miami, FL, Estados Unidos.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

evaluarse, consiste en determinar cómo va a relacionarse comercialmente cada uno de ellos. En este sentido, la innovación en modelos de negocio constituye uno de los principales desafíos por resolver: ¿cómo converger los intereses de cada nodo? y ¿cómo aprovechar la capacidad instalada de cada uno de ellos para generar eficiencias y economías de escala sin entrar a operar en industrias en las que no se tienen ventajas competitivas? Son justamente estas interrogantes las que deben resolverse antes de evaluar económicamente el proyecto, pues cada alternativa de modelo de negocio deriva en un emprendimiento diferente y, por ende, en la construcción de un flujo de caja distinto. La facilidad de uso para el usuario, en conjunto con la complejidad de la implementación y orquestación de nodos, es lo que se denomina la **paradoja de la complejidad**, pues justamente el desarrollo de esta complejidad es lo que determina la existencia de una ventaja competitiva sostenible en el largo plazo.

concepto clave

Paradoja de la complejidad: se trata de la facilidad de uso para el usuario, en conjunto con la complejidad de la implementación y orquestación de nodos, de algún modelo de negocio o proyecto.

2.4. Definición del modelo de negocio

La definición de las alternativas de modelo de negocio, es crucial para poder preparar y evaluar el proyecto, pues sin estrategia ni modelo no hay trazabilidad de lo que se va a realizar y, por consiguiente, resulta imposible poder evaluar. Por ello, hay que definir alternativas, las cuales en gran medida dependerán de la posición competitiva que tenga el administrador del proyecto. Si la empresa que lleva a cabo el proyecto tiene una posición dominante en una industria, porque posee un alto nivel de integración vertical, un alto porcentaje de participación de mercado, o bien, un producto o servicio con altas barreras a la entrada, probablemente las condiciones que podrá exigir para la ejecución del negocio serán completamente diferentes a las que podría exigir si nada de lo anterior existiese, en cuyo caso el proyecto resultaría bastante menos atractivo. En este sentido, es muy importante para quien lleve a cabo el proyecto analizar y cuestionarse cuán significativa resulta su participación en la unidad de negocio del cliente, pues al detectar los beneficios que le genera al otro es más fácil proponer modelos de negocios que favorezcan su proyecto.

Por ejemplo, si se quiere evaluar un proyecto de traer a un connotado artista musical para que participe en un recital masivo en una capital de algún país, el cual además será televisado, el negocio podría estar estructurado como se señala en la figura 2.3.

El público que asiste al recital lo hace con la expectativa de vivir una experiencia única y probablemente no se imagina la cantidad de actores involucrados, y menos la relación comercial que tiene la productora o quien organiza el evento con cada uno de los agentes que participan en la generación de la experiencia. En esta industria en particular, el poder negociador que tienen las agencias que manejan los derechos de presentación de los artistas es alto, pues son ellas las que disponen de un activo único, difícil de imitar y con altas barreras de entrada, frente a empresas productoras de eventos, que existen en gran cantidad debido a las bajas barreras de entrada. Por lo que la pregunta de fondo es: ¿de quién es el negocio?, ¿de la agencia o de la empresa productora de eventos? Las agencias conocen el valor de lo que poseen, en particular si se trata de artistas consolidados, y saben que sin ellos no hay proyecto; por lo anterior, es común observar que no solo cobren por anticipado el otorgamiento del derecho de la presentación del mismo, sino que además exija un porcentaje de la venta de entradas y auspicios. En la medida en la que esta industria se haga más competitiva y que las empresas productoras de eventos que ofrecen servicios en forma responsable y de calidad sean cada vez más escasas, entonces la posición competitiva cambiará en favor de las productoras de eventos, pudiendo eliminar el pago variable por ventas y auspiciadores, en cuyo caso la rentabilidad del proyecto cambiará.

Con cada uno de los nodos se establece una relación comercial diferente: de ahí la importancia de la innovación en el modelo de negocio, la que se condiciona fundamentalmente por la posición competitiva; esto explica, por ejemplo, que las empresas de medios, que antiguamente funcionaban con un modelo de negocio tradicional, es decir, mediante un pago por la difusión del evento, hoy se han trasformado en lo que se conoce como *media partners*, donde incluso no se cobra, sino que van a riesgo con la productora, pues se pagan con el resultado del evento. Esto además permite que se logre un aspecto estratégico fundamental: el **alineamiento de objetivos**, lo que puede alcanzarse básicamente por el bajo costo marginal que le significa a la empresa

www.fullengineeringbook.blogspot.com

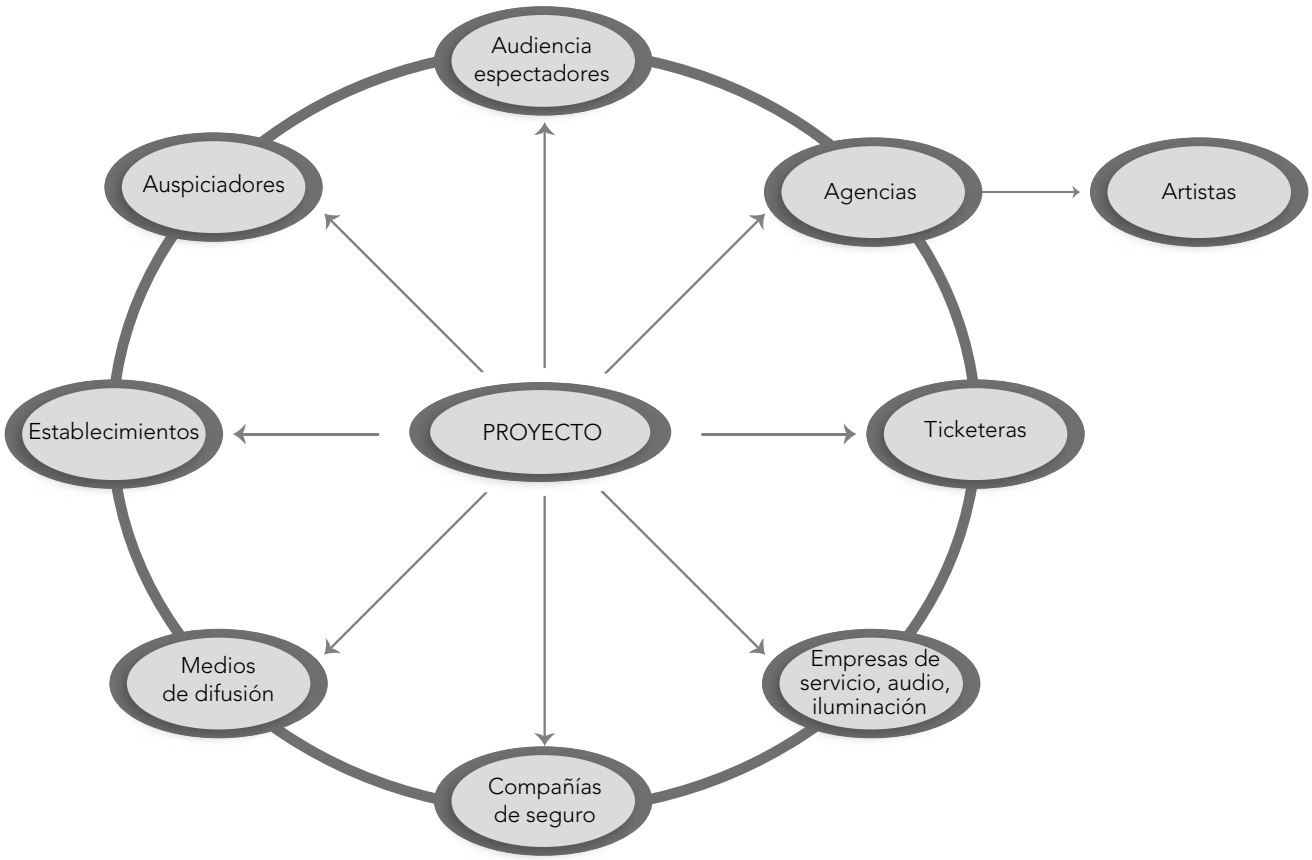


Figura 2.3 Ejemplo de la estructura de un negocio.

de medios difundir el evento, la consecuente ganancia en imagen, la fidelización de sus clientes con promociones y regalos, la presencia en el evento y, por supuesto, la rentabilidad.

Con el ejemplo anterior se deduce que el preparador y evaluador de proyectos debe estudiar y analizar las diferentes alternativas de modelo de negocio existentes, y evaluar económica y estratégicamente la conveniencia de cada una de ellas, pues generan rentabilidades y riesgos distintos.

Si, por ejemplo, se requiere preparar y evaluar un proyecto en un terreno municipal, el cual es aportado por este último en concesión, es fundamental establecer cómo va a relacionarse comercialmente cada nodo: el municipio, los distintos canales de distribución, los clientes, los proveedores, los suboperadores de servicios complementarios, los auspiciadores y cualquier otro agente, pues pueden marcar la diferencia entre un proyecto rentable y uno no rentable, o entre uno rentable y otro muy rentable.

Son diversos los modelos de negocio que pueden implementarse, por lo que la ejecución del proyecto puede tener diferentes formas y matices. En este aspecto también puede innovarse, pues la innovación no es un calificativo exclusivo de la creación de nuevos productos y servicios, sino que también está implícita en los modelos de negocio y en los procesos.

Por ejemplo, para proyectos emplazados en bienes nacionales de uso público, existe el modelo de negocio DBOMF, que por sus siglas en inglés significa *Design, Build, Operate, Maintenance and Finance*, es decir, que el operador diseña el sistema, lo construye, lo opera, lo mantiene y lo financia por un periodo determinado. Este financiamiento debe cubrir el costo de operación del sistema, los costos de inversión y la rentabilidad exigida a esta, pues al terminar el periodo de concesión el operador deberá transferir las instalaciones al municipio o a la institución pública que se defina. Este modelo implica que el operador tiene la responsabilidad en todas las etapas y, por lo tanto, el riesgo es mayor para él. No obstante, es un modelo en el que los grados de libertad del operador son mayores en todos los aspectos.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Un segundo modelo de negocio denominado DBOM por sus siglas en inglés: *Design, Build, Operate and Maintenance,* es decir, diseñar, construir, operar y mantener, es un esquema menos privatizado, pues el operador no está preocupado por generar ingresos para financiar el sistema o unidad de negocio, pues estos los proporciona un tercero.

Como puede observarse, ambos modelos son radicalmente distintos, pero los dos apuntan a la consecución del proyecto. Por cierto, la rentabilidad de uno respecto del otro es diferente, de ahí la importancia de una definición adecuada.

Es importante considerar que todo el proceso antes señalado es dinámico, cambia día a día, por lo que las interrogantes deben plantearse en forma permanente; de lo contrario, se cae en la complacencia, principal causante de la desaparición de empresas y negocios. La puesta en marcha de un proyecto no es la última etapa, sino el comienzo de un proceso constante y permanente de reinvención; basta observar la manera en la que empresas como Kodak, General Motors, Nokia, Blockbuster e incluso Sony no han sabido mantener su posición de liderazgo en sus industrias respectivas.

2.5. La estrategia de implementación

El diseño de la estrategia de implementación con sus respectivas etapas de crecimiento también es un aspecto importante de definir en una evaluación económica. La mayoría de los proyectos se plantean en etapas de desarrollo que de alguna manera están condicionadas al proceso natural de crecimiento y consolidación del proyecto. Si bien es cierto que cada etapa podría percibirse como un nuevo proyecto por evaluar y, por lo tanto, por condicionar la decisión de crecimiento a su aporte de valor o rentabilidad específica, no lo es menos que resulta fundamental tener claridad acerca de qué se evalúa inicialmente. Por consiguiente, las etapas previas y las de crecimiento posteriores en términos de cobertura geográfica, introducción de nuevos segmentos de consumidores e introducción de nuevos productos y servicios complementarios constituyen aspectos importantes por definir.

En septiembre de 2012, se realizó un estudio encargado por el gobierno regional de Santiago de Chile para implementar un proyecto de bicicletas públicas para la ciudad capital, Santiago. En un principio, la idea era implementar el sistema en las 32 comunas del Gran Santiago; sin embargo, luego de un análisis más exhaustivo, pudo demostrarse que solo nueve de ellas eran aptas para la implementación inmediata del sistema, pues en términos de tamaño, generación de viajes, *stock* de comercio y oficinas, cercanía a redes de metro, existencia de ciclovías, pendientes y nivel de vandalismo, no en todas era susceptible implementar el sistema, al menos en una primera etapa. Por ello, la definición de la cobertura geográfica inicial marcó la pauta inicial para la definición del tamaño del proyecto. No obstante, el mismo estudio permitió concluir que para que el sistema fuese exitoso, se requería de una campaña educativa transversal dirigida a automovilistas, ciclistas, peatones y conductores de transporte público para garantizar la convivencia armónica del sistema, el cual, además, debía venir acompañado de una regulación coherente con lo que se quería lograr. De este modo, se enseñaba la conducta esperada de cada agente mediante el conocimiento de sus derechos y obligaciones, y se regulaba al respecto para lograr una fiscalización efectiva.

Asimismo, dado que su grado de innovación implicaba altos grados de riesgo, incertidumbre y ambigüedad, requería del desarrollo de un plan piloto para detectar posibles fallas de implementación en etapas tempranas, donde resulta barato fallar, y no en etapas avanzadas, en las que cualquier costo de cambio y/o modificación resulta costoso. Luego se pasaba a la primera etapa en nueve comunas y, finalmente, en la medida en la que las comunas fueran adaptándose a los requerimientos que les permitieran viabilizar la implementación, irían incorporándose al sistema.

recuerde y reflexione

Si no hay claridad de las **etapas de desarrollo** y crecimiento, no solo en términos conceptuales, sino también en términos de tiempos, tampoco habrá claridad respecto de qué se va evaluar.

Para comprender lo anterior, considere un proyecto cuya etapa inicial es la comercialización de agua mineral vitaminizada en una región determinada. Sin embargo, en

www.fullengineeringbook.blogspot.com

una segunda etapa, al cabo de dos años se pretende abarcar la zona norte del país y luego, en una tercera etapa, la zona sur. Posteriormente, el proyecto considera la introducción de agua mineral saborizada y por último, la introducción de productos complementarios. Entonces surge la interrogante de qué se va a evaluar: el proyecto asociado con la primera etapa o bien el proyecto en forma integral, es decir, incorporando las etapas sucesivas en los momentos que corresponda. Por cierto, siempre existe la opción de evaluar cada etapa como un proyecto marginal en el momento que corresponda o bien evaluarlo íntegramente desde el inicio, en cuyo caso habrá que identificar las inversiones, costos y beneficios que se adicionarán al flujo del proyecto asociado con la primera fase.

Particularmente, el proyecto de bicicletas públicas se evaluó considerando solo la etapa inicial, aun cuando se tenía establecida la incorporación de más comunas una vez que el proyecto se haya establecido y el mercado haya adoptado el sistema.

Por ello, desde el punto de vista de la evaluación económica se definió evaluar hasta la etapa de implementación inicial.

2.6. El proceso de innovación

La palabra innovación deriva del sustantivo latino *innovatus,* que significa renovación o cambio. Innovar significa sorprender al cliente, no únicamente satisfacerlo; por lo tanto, la innovación exige realizar algo novedoso, algo no esperado, no existente, alejado de las soluciones tradicionales, en el entendido de que en el mundo actual el consumidor busca resolver sus múltiples necesidades en forma cada vez más dinámica. Un correcto **proceso de innovación** se inicia respondiendo la primera interrogante indicada al comienzo de este capítulo: ¿dónde estamos? De acuerdo con el profesor Carlos Osorio,[3] muchas de estas respuestas radican en la capacidad empática de observar el comportamiento de la audiencia o de los segmentos relevantes a través de la interacción con ellos. Conocer qué hacen en el contexto de sus vidas, descubrir las emociones y valores que guían sus comportamientos, descubrir sus necesidades ocultas, entender cómo piensan y qué sienten, qué necesitan realmente, qué dicen y qué hacen en determinados contextos, son factores que ayudan a detectar oportunidades de negocio. Si se quiere resolver problemas de otros, se tiene que ser capaz de **empatizar** con quienes se pretende que se transformen en usuarios de los productos. En este sentido, las técnicas de investigación de mercados basados en etnografía, es decir, en la observación e interacción con la audiencia o segmento al que se pretende abordar, constituyen una gran ayuda para responder dichas interrogantes, particularmente porque el cliente no necesariamente dice lo que realmente quiere. Por ejemplo, si se pregunta a un socio de un gimnasio por qué asiste, seguramente responderá que es bueno para la salud, cuando en realidad lo hace para sentirse más atractivo o atractiva y más seguro o segura en el momento de una conquista. Hay necesidades ocultas que deben descubrirse, y en eso las tradicionales encuestas o *focus group* no son efectivos. Para innovar no deben utilizarse métodos tradicionales de investigación de mercado; hay que observar a la audiencia y convivir con ella.

Una vez configurada esta etapa debe procederse a **definir**, es decir, focalizarse en las necesidades detectadas. En esta etapa se deja explícito el problema en el que se va a trabajar, por ejemplo, ¿cómo mejorar la calidad de vida de las personas? Este *insight*, es decir, la capacidad de entendimiento de un problema o situación, proporciona foco y guía, orienta los esfuerzos, captura la mente, inspira al grupo de trabajo encargado de buscar soluciones innovadoras y delimita el problema. Ello va permitiendo plantear diferentes alternativas de solución a la necesidad detectada; sobre este foco se realiza y se alimenta el *brainstorming*[4] o **tormenta de ideas** de parte de un grupo de trabajo.

concepto clave

Definir: focalizar la energía en la búsqueda de soluciones que aporten o satisfagan las necesidades detectadas.

[3] Profesor y director, Master de Innovación, Adolfo Ibáñez, School of Management, Miami, FL, Estados Unidos. Investigador visitante, Instituto Vasco de Competitividad.

[4] La tormenta de ideas es una herramienta de trabajo grupal que facilita el surgimiento de nuevas ideas o propuestas sobre un tema o problema determinado.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

conceptos claves

Idear: generar las ideas que tiendan a dar solución al problema detectado.

Prototipeo: la generación de artefactos de interacción con el objetivo de aprender de los errores detectados en las fases iniciales, resolver desacuerdos, probar distintas posibilidades y crear posibles soluciones a las problemáticas detectadas.

La tercera etapa consiste en **idear**, es decir, identificar las opciones que tiendan a dar solución al problema detectado. En este sentido, deben realizarse propuestas de soluciones innovadoras, es decir, alejadas de las soluciones existentes, ideas más allá de lo obvio. Esta es una etapa en la que las críticas del resto del equipo no existen y las ideas, por más extrañas que parezcan, no deben ser descartadas a priori.

Una vez que se establecen las ideas, se debe determinar la viabilidad de su implementación, es decir, se debe establecer si existe algún impedimento o restricción para su ejecución. Para ello se debe analizar su viabilidad técnica y legal, entre otros aspectos. Una vez analizado lo anterior se debe comenzar a trabajar en la etapa de **prototipeo**, es decir, en la generación de artefactos de interacción con el objetivo de aprender de los errores detectados en las fases iniciales, resolver desacuerdos, probar distintas posibilidades y crear posibles soluciones a las problemáticas detectadas. De esta manera, se separa el problema central en problemas pequeños. Conversar con usuarios potenciales alrededor de algo tangible crea mucha más conciencia acerca de lo que quiere evaluarse. La innovación presenta desconocimiento e incertidumbre en los usuarios, por lo que preguntar sobre algo que no existe y que ni siquiera se imagina cómo es, resulta mucho más difícil para detectar la potencialidad efectiva del producto; por ello la fase del prototipeo es fundamental. Si se trata de un servicio, la planificación de programas piloto también ayuda a detectar y resolver problemas en etapas tempranas.

Si bien la etapa de prototipeo o de desarrollo de planes piloto puede asociarse a actividades relacionadas con la ejecución del proyecto y no con la preparación y evaluación del mismo, también es cierto que esta etapa puede desarrollarse en diferentes niveles de profundidad; por ello existen prototipos de inspiración, de evolución y de validación, que son los más sofisticados, y que por cierto obedecen ya a la etapa de implementación. No obstante, en el nivel de preparación y evaluación de proyectos, pueden desarrollarse diversos prototipos de inspiración como parte del proceso de investigación de mercado, pues son de bajo grado de sofisticación y de muy bajo costo de fabricación. Básicamente, son prototipos fabricados de cartón, o ni siquiera se hace un formato físico, sino que se desarrolla un video conceptual que ayude a entender al usuario la experiencia que se quiere contar.

recuerde y reflexione

Sin embargo, tienen la gran fortaleza de que con base en ellos pueden generarse nuevas ideas, o bien, pueden ser desechados sin grandes costos. Estos prototipos facilitan el aprendizaje, ayudan a identificar problemas y promueven la generación de alternativas para ir mejorando el producto.

concepto clave

Testeo: la generación de artefactos de interacción por parte del usuario potencial.

Por último viene la etapa de **testeo**, que consiste en la generación de artefactos de interacción por parte del usuario potencial, pues la tangibilidad e interacción permiten aprender y visualizar aspectos que no pudieron identificarse en el diagnóstico o en la misma investigación de mercado. Además, esta fase de test permite resolver eventuales desacuerdos sobre tamaño, forma, funcionalidad, diseño, peso, estética, etcétera, pues el prototipo de diseño permite conversar alrededor de algo, probar posibilidades e ir creando soluciones cada vez más sofisticadas en pro de un prediseño final altamente adaptado a las necesidades y requerimientos de los usuarios. De esta manera, detectar posibles fallas en etapas tempranas, genera ahorros importantes en la implementación del proyecto, pues corregir errores de diseño en la etapa de implementación puede aumentar los costos del proyecto de manera sustancial. Así, el prototipeo permite separar el problema central en problemas pequeños; por ello, los prototipos van evolucionando y son cada vez más sofisticados en la medida en la que el ***feedback*** del usuario vaya permitiendo corregirlos.

Saltarse alguna de las etapas para acortar camino o para ahorrar tiempo o dinero puede terminar siendo una economía mal entendida, y convertirse en ineficiencia, pues el proceso en cada una de sus etapas va reduciendo la brecha de riesgo, incertidumbre y ambigüedad, por lo que acortar camino necesariamente implica que dicha brecha no se está reduciendo al mínimo posible, con las consecuencias que ello genera en los costos de implementación del proyecto.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

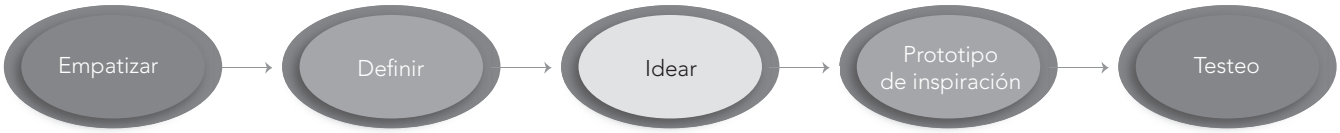


Figura 2.5 Las etapas del proceso de innovación

Mientras más tardíamente se detecte el problema, más caro costará la falla en la ejecución de la carta Gantt del proyecto, pues probablemente los diseños de los sistemas de producción, así como los contratos con clientes y proveedores, ya estén ejecutados, por lo que los costos de cambio resultarán sustancialmente mayores.

Resumen

Definir la trazabilidad de lo que se va a realizar es fundamental para poder preparar y evaluar el proyecto; en este sentido, responder las tres interrogantes básicas: ¿dónde estamos?, ¿hacia dónde vamos?, y ¿cómo vamos a llegar?, da claridad y foco acerca de qué se va a realizar y cómo, donde la definición de la idea de proyecto no basta, sino que además debe establecerse el o los modelos de negocio que hagan viable su implementación, identificando económica y estratégicamente las ventajas y desventajas de cada uno de ellos, pues llevan asociados distintos riesgos y, por ende, distintas rentabilidades. Una vez definida la idea de proyecto, es fundamental establecer las etapas de desarrollo y cuál de ellas va a evaluarse económicamente en la etapa inicial. De ahí la importancia de la definición de la estrategia de desarrollo.

Innovar no solo está asociado a la creación de productos y servicios novedosos, sino además a la capacidad de crear modelos de negocio imaginativos y creativos que converjan en intereses y permitan aprovechar la capacidad instalada y la experiencia existente. No se trata de hacer todos de todo, sino de aprovechar las capacidades y experiencias existentes para que pueda trabajarse de forma unida y todas las partes ganen. Este es un desafío del diseño de la estrategia y del modelo de negocio que permita lograr lo anterior.

Innovar productos y servicios no es una tarea fácil, si no todo el mundo lo haría; es importante entender el mundo, cómo evoluciona en todos sus aspectos: tecnológicos, sociales, regulatorios, culturales, ambientales, políticos y económicos, y en función de ello identificar *insights* sobre los cuales trabajar para detectar oportunidades de negocio y determinar finalmente las ideas de proyecto por implementar. Sin embargo, para innovar hay que estar dispuesto a fracasar y ser capaz de volver a levantarse con la misma energía, pues el convencimiento, las habilidades y la pasión requieren de un proceso de coordinación y maduración.

La innovación requiere de un proceso lógico: empatizar, definir, idear, prototipear y testear, lo que en la práctica significa comprender el contexto y la escala de valores del o de los segmentos de mercado que se pretenden abordar, enfocar la detección de necesidades en definir alternativas de solución mediante el planteamiento de ideas que apunten a solucionar el problema y luego diseñar prototipos de inspiración o planes piloto que serán sometidos a pruebas para detectar problemas de diseño en etapas tempranas, cuando resulta barato fallar. Saltarse etapas puede terminar siendo más ineficiente que no hacerlo, pues el ahorro de tiempo y dinero puede resultar más caro.

Preguntas y problemas

1. ¿Qué entiende por *insight*?
2. ¿Para qué sirve conocer dónde estamos, hacia dónde vamos y cómo llegaremos?
3. ¿Cuál es la diferencia entre las estrategias competitiva, comercial, de implementación y de negocio?
4. ¿Cuál es, a su juicio, la importancia de la estrategia de negocio?

www.fullengineeringbook.blogspot.com

5. ¿De qué modo afecta el diseño de un modelo de negocio en la evaluación económica de un proyecto?
6. ¿Qué variables intervienen en la determinación de una oportunidad de negocio?
7. ¿Cuáles son las etapas de un proceso de innovación?
8. Explique la importancia de empatizar, ¿qué se logra con ello?
9. ¿Por qué los estudios de mercado tradicionales no son efectivos cuando se pretende innovar?

Bibliografía

Fishman, David, *El éxito es una decisión*, El Mercurio-Aguilar, 2012.

Ghemawat, Pankaj, "Estrategia y el Panorama Empresarial", Prentice Hall, 2007.

Hill y Jones, *Administración estratégica*, McGraw-Hill.

Osorio, Carlos, "El arte de fallar", *Harvard Business Review*, mayo de 2010.

Osterwalder, Alexander y Yves Pigneur, *Generación de modelos de negocio*, 3a. edición, Deusto, 2011.

Ruelas-Gossi, Alejandro, "Orquestar para crecer", *América Economía*, México, septiembre de 2008.

_____, "Orquestación estratégica, la clave para la agilidad en el escenario global", *Harvard Business Review*, octubre de 2006.

Sapag, José Manuel, *Estudio de diagnóstico de la industria de la entretención y diseño de una estrategia competitiva*, abril de 2010.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Capítulo 3

El proceso de preparación y evaluación de proyectos

El objetivo de este capítulo es presentar, como un proceso, el esquema global de la preparación y evaluación de un proyecto individual. Aunque no existen probablemente dos proyectos de inversión iguales, el estudio de su viabilidad puede enmarcarse en una cierta rutina metodológica que, en general, se adapta casi a cualquier proyecto.

El estudio del proyecto pretende contestar el interrogante de si es o no conveniente realizar una determinada inversión. Esta recomendación solo será posible si se dispone de todos los elementos de juicio necesarios para tomar la decisión.

Con este objetivo, y en función de la oportunidad de negocio que se detecte, de la estrategia de implementación que se diseñe y del modelo de negocio que se defina, el estudio de viabilidad debe simular lo que sucedería con el proyecto si este fuese implementado, por difícil que sea determinar con exactitud el resultado que se logrará. De esta manera, se estimarán los beneficios y costos que probablemente ocasionaría y, por lo tanto, podrá evaluarse el flujo resultante. Estimar con precisión el VAN de un proyecto no es precisamente el objetivo de una PEP, sino más bien establecer estimaciones cuyos órdenes de magnitud representen lo que eventualmente ocurriría en el futuro a fin de determinar la conveniencia económica de destinar dichos recursos a la realización del proyecto.

En los acápites siguientes se analiza el proceso global y las interrelaciones entre las etapas de un estudio de viabilidad. Cada uno de los elementos tratados aquí se expone individualmente y con mayor detalle en los restantes capítulos de este libro.

3.1. Alcances del estudio de proyectos

Si bien toda decisión de inversión debe responder a un estudio previo de las ventajas y desventajas asociadas a su implementación, la profundidad con la que este se realice dependerá de lo que aconseje cada proyecto en particular.

En términos generales, son varios los estudios particulares que deben realizarse para evaluar un proyecto: de viabilidad comercial, técnica, legal, organizacional, de impacto ambiental y financiera —si se trata de un inversionista privado— o económica —si se trata de evaluar el impacto en la estructura económica del país— (ver figura 3.1). Cualquiera de ellos que llegue a una conclusión negativa determinará que el proyecto no se lleve a cabo, aunque razones estratégicas, sociales, ambientales, humanitarias u otras de índole subjetiva podrían hacer recomendable una opción que no fuera viable financiera o económicamente.

recuerde y reflexione

El estudio de una inversión se centra regularmente en la viabilidad económica o financiera, y toma al resto de las variables únicamente como referencia. Sin embargo, cada uno de los factores señalados puede, de una u otra manera, determinar que un proyecto no se concrete en la realidad.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Comercial
¿Es valorado por el mercado final?
Técnica
¿Se dispone de la tecnología, los recursos y las condiciones?
Organizacional
¿Se dispone del know how y capacidad administrativa?
Legal
¿Existe alguna restricción regulatoria que lo impida?
Ambiental
¿Genera un impacto ambiental negativo?
Financiera o económica
¿Se tiene acceso a recursos? ¿Son los ingresos mayores que los costos?
Vial
¿Genera algún impacto vial negativo? (EIV)
Ética
¿El proyecto es acorde con los principios y valores de quienes lo ejecutan?
Social
¿Cumple con los intereses de la comunidad interna y externa?

Figura 3.1 Establecimiento de la viabilidad de la idea.

conceptos claves

Viabilidad comercial: el estudio que indica si el mercado es o no sensible al bien que producirá o al servicio que ofrecerá el proyecto y a la aceptabilidad que tendría en su consumo o uso.

Viabilidad financiera: el estudio que determina, en último término, la aprobación o rechazo de un proyecto.

Viabilidad técnica: el estudio que analiza las posibilidades materiales, físicas o químicas de producir el bien o servicio que desea generarse con el proyecto.

Viabilidad organizacional: el estudio que define si existen las condiciones mínimas necesarias para garantizar la viabilidad de la implementación de un proyecto, tanto en lo estructural como en lo funcional.

El estudio de la **viabilidad comercial** indicará si el mercado es o no sensible al bien que producirá o al servicio que ofrecerá el proyecto y a la aceptabilidad que tendría en su consumo o uso, permitiendo así determinar la postergación o el rechazo de un proyecto sin tener que asumir los costos que implica un estudio económico completo. En muchos casos, la viabilidad comercial se incorpora al estudio de mercado en la **viabilidad financiera**.

El estudio de la **viabilidad técnica** analiza las posibilidades materiales, físicas o químicas de producir el bien o servicio que desea generarse con el proyecto. Muchos proyectos nuevos requieren ser aprobados técnicamente para garantizar la capacidad de su producción, incluso antes de determinar si son o no convenientes desde el punto de vista de su **rentabilidad económica**; por ejemplo, si las propiedades de la materia prima nacional permiten la elaboración de un determinado producto, si el agua tiene la calidad requerida para la operación de una fábrica de cervezas o si existen las condiciones geográficas para la instalación de un puerto.

Un proyecto puede ser viable tanto por tener un mercado asegurado como por ser técnicamente factible. Sin embargo, podrían existir algunas restricciones de carácter legal que impedirían su funcionamiento en los términos en los que pudiera haberse previsto, ocasionando que su ejecución no sea recomendable; por ejemplo, limitaciones en cuanto a su localización o en el uso del producto.

El estudio de la **viabilidad organizacional** es el que normalmente recibe menos atención, a pesar de que muchos proyectos fracasan por falta de capacidad administrativa para emprenderlos. El objetivo de este estudio se fundamenta, principalmente, en definir si existen las condiciones mínimas necesarias para garantizar la viabilidad de la implementación, tanto en lo estructural como en lo funcional. La importancia de este aspecto hace que se revise la presentación de un estudio de viabilidad financiera con un doble objetivo: estimar la **rentabilidad del proyecto** y verificar si existen incongruencias que permitan apreciar la falta de capacidad de gestión.

El estudio de la **viabilidad financiera** de un proyecto determina, en último término, su aprobación o rechazo. Este mide la rentabilidad que retorna la inversión, todo medido con bases monetarias.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

El estudio de viabilidad vial se refiere a aquellos proyectos que generan impacto en el flujo vehicular con su implementación, como pudiera ser por ejemplo un *mall* o una clínica, en cuyo caso deberá determinarse si existe alguna restricción en este ámbito que impida su implementación.

La viabilidad ética apunta más bien a aspectos de carácter valórico, pues un determinado proyecto pudiera generar daño a la salud de las personas aun cuando exista viabilidad legal, en cuyo caso pudiera surgir una incompatibilidad moral y valórica de carácter personal que lleve al rechazo de la iniciativa.

Por último, la viabilidad social apunta a determinar si el proyecto genera un impacto social que impida su ejecución. Lo anterior no requiere de una evaluación social para determinarlo, sino identificar las externalidades positivas y negativas que el proyecto genera en la sociedad y en función de ello establecer su viabilidad social.

Un estudio de viabilidad que en los últimos años ha ganado cada vez más importancia se refiere al del **impacto ambiental** que genera el proyecto. En la evaluación de un proyecto, concebida esta como una herramienta que provee información, pueden y deben incluirse consideraciones de carácter ambiental, no solo por la conciencia creciente que la comunidad ha adquirido en torno a la calidad de vida presente y futura, sino por los efectos económicos que dichas consideraciones introducen en un proyecto.

Estos efectos se derivan de la necesidad de cumplir con las normas impuestas en materia de regulación ambiental para prevenir futuros impactos negativos derivados de una eventual compensación del daño causado por una inversión. El cumplimiento de estas normas puede influir tanto en los costos operacionales como en las inversiones que deberán realizarse.

La profundidad con la que se analice cada uno de los anteriores factores dependerá, como se señaló, de las características de cada proyecto. Obviamente, la mayoría de ellos requerirá más estudios económicos o técnicos; sin embargo, ninguno de los factores restantes debe obviarse en el estudio de factibilidad de un proyecto.

Este libro se ocupa fundamentalmente del estudio de la **viabilidad financiera**. Aunque no se analizan las viabilidades comercial, técnica, legal, de impacto ambiental y organizacional, se tratan sus respectivos estudios con el objetivo de definir, con la mayor exactitud posible, sus consecuencias económicas.

3.2. El estudio del proyecto como proceso cíclico

El proceso de un proyecto reconoce cuatro grandes etapas secuenciales: idea, preinversión, inversión y operación.

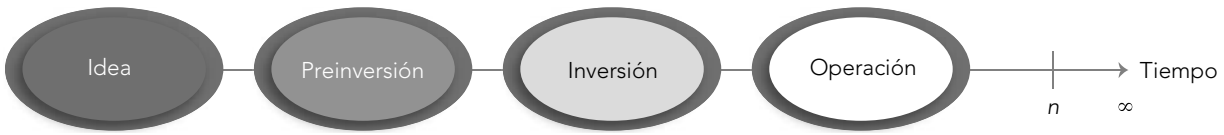


Figura 3.2 Ciclo de proyectos.

Idea

La etapa de *idea* puede enfrentarse sistemáticamente bajo una modalidad de gerencia de beneficios, es decir, donde la organización está estructurada operacionalmente bajo un esquema de búsqueda permanente de nuevas **ideas de proyecto**. Para ello, identifica ordenadamente problemas que puedan resolverse y oportunidades de negocios que puedan aprovecharse. Los diferentes modos de solucionar un problema o de aprovechar una oportunidad constituirán las ideas de proyecto. Por ejemplo, frente a un problema de fallas frecuentes de la maquinaria, surgen los proyectos de reemplazar esa tecnología o de subcontratar el servicio e, incluso, de seguir con la situación actual si fuese mejor que las otras opciones. Asimismo, podrán aprovecharse oportunidades de negocio vendiendo materiales de desecho que podrían estar desperdiciándose o también procesándolos para darles algún valor agregado y poder venderlos.

concepto clave

Idea de proyecto: etapa en la que se realiza un diagnóstico que identifica distintas vías de solución, a la vez que identifica una oportunidad de negocio y define una estrategia y modelo de negocio por implementar.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

recuerde y reflexione

De aquí que pueda afirmarse que la idea de un proyecto, más que una ocurrencia afortunada de un inversionista, generalmente representa la realización de un diagnóstico que identifica distintas vías de solución, a la vez que identifica una oportunidad de negocio y define, al menos preliminarmente, una estrategia y modelo de negocio por implementar.

Preinversión

concepto clave

Preinversión: etapa en la que se realizan los distintos estudios de viabilidad que involucran diferentes niveles de profundidad en cuanto a cantidad y calidad de la información disponible para la toma de decisiones.

En la etapa de ***preinversión*** se realizan los distintos estudios de viabilidad que involucran diferentes niveles de profundidad en cuanto a cantidad y calidad de la información disponible para la toma de decisiones: **perfil**, **prefactibilidad** y **factibilidad**.

El estudio inicial es el denominado perfil, el cual se elabora a partir tanto de la información existente como del juicio común y de la opinión que da la experiencia. En términos monetarios, solo presenta estimaciones estáticas y muy globales de las inversiones, costos o ingresos, sin entrar en investigaciones de terreno.

En este análisis es fundamental efectuar algunas consideraciones previas acerca de la situación "sin proyecto"; es decir, intentar proyectar qué pasará en el futuro si no se pone en marcha el proyecto, antes de decidir si conviene o no su implementación. Por ejemplo, podría ser muy atractiva la idea de construir un edificio de locales comerciales si en un momento dado se detecta una gran demanda de ellos. Sin embargo, es posible que al investigar sobre los permisos de construcción otorgados, se descubra que la competencia que enfrentará el proyecto al terminarse la edificación será tan alta que más vale abandonar la idea antes de iniciar su construcción.

recuerde y reflexione

En el estudio de perfil, más que calcular la **rentabilidad del proyecto**, se busca determinar si existe alguna razón que justifique el abandono de una idea antes de que se destinen recursos, a veces de magnitudes importantes, para calcular la rentabilidad en niveles más acabados de estudio, como la prefactibilidad y la factibilidad.

Por otra parte, en este nivel frecuentemente se seleccionan aquellas opciones de proyectos que se muestran más atractivas para la solución de un problema o para el aprovechamiento de una oportunidad.

En la prefactibilidad se profundiza la investigación, principalmente en información de fuentes secundarias para definir, con cierta aproximación, las variables principales relativas al mercado, a las alternativas técnicas de producción y a la capacidad financiera de los inversionistas, entre otras. En términos generales, se estiman las inversiones probables, los costos de operación y los ingresos que demandará y generará el proyecto, proyectándose las cifras.

recuerde y reflexione

Este estudio se caracteriza fundamentalmente por descartar soluciones con mayores elementos de juicio. Para ello se profundizan los aspectos señalados preliminarmente como críticos por el estudio de perfil, aunque sigue siendo una investigación basada en información secundaria, no demostrativa.

Así, por ejemplo, el cálculo de las inversiones en obras físicas puede efectuarse con costos promedio de construcción del metro cuadrado o la determinación de la demanda de pasajes aéreos en función de las variables relevantes que podrían explicar el comportamiento futuro. Ambas, sin embargo, no representan la mejor manera de medición de las variables que se desea cuantificar. De todas maneras, se diseña un proceso de selección de alternativas.

La aproximación de las cifras hace recomendable la sensibilización de los resultados obtenidos, es decir, medir cómo cambia la rentabilidad ante modificaciones en el comportamiento de las variables relevantes.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Como resultado de este estudio surge la recomendación de su aprobación, su continuación en niveles más profundos de estudio, su abandono o su postergación hasta que se cumplan determinadas condiciones mínimas que deberán explicarse.

El estudio más acabado, denominado de factibilidad, se elabora sobre la base de antecedentes precisos obtenidos mayoritariamente a través de fuentes de información primarias. Las variables cualitativas son mínimas, comparadas con las de los estudios anteriores. El cálculo de las variables financieras y económicas debe ser lo suficientemente demostrativo para justificar la valoración de los distintos ítems.

Este estudio constituye el paso final de la etapa de preinversión. Por tal motivo, entre las responsabilidades del evaluador, más allá del simple estudio de viabilidad, está la de velar por la optimación de todos aquellos aspectos que dependen de una decisión de tipo económico como, por ejemplo, el número de unidades por producir, la tecnología por utilizar o la localización del proyecto, entre otros.

El estudio de proyectos, cualquiera que sea la profundidad con la que se realice, distingue dos grandes etapas: la preparación y la evaluación. La primera tiene dos objetivos: definir todas las características que tengan algún grado de efecto en el flujo de ingresos y egresos monetarios del proyecto, y calcular su magnitud. La segunda etapa, con metodologías muy definidas, busca determinar la rentabilidad de la inversión en el proyecto.

En muchos casos será necesario efectuar evaluaciones previas durante la etapa de formulación y preparación del proyecto, por ejemplo, para decidir si se compran o fabrican envases, si se construye o arriendan oficinas o si se hace una o más plantas, entre muchas otras decisiones. Para ello, es fundamental la definición de la estrategia y modelo de negocio con los que se va a operar. Lo más común es realizar estudios de perfil para seleccionar la combinación de factores que dé la configuración definitiva al proyecto, aun cuando en algunos casos se haga más recomendable un estudio en profundidad para uno o más de las interrogantes que deberán resolverse durante la formulación de un proyecto.

En la etapa de formulación y preparación se reconocen, a su vez, dos subetapas: una que se caracteriza por recopilar información (o crear la no existente) y otra que se encarga de sistematizar, en términos monetarios, la información disponible. Esta sistematización se traduce en la construcción de un **flujo de caja** proyectado, que servirá de base para la evaluación del proyecto.

Si bien comúnmente se habla del flujo de caja, es posible distinguir tres tipos distintos en función del objeto de la evaluación. De esta manera, habrá un flujo de caja para medir la rentabilidad de toda la inversión, independientemente de sus fuentes de financiamiento; otro para calcular la rentabilidad solo de los recursos aportados por el inversionista, y otro más para medir la capacidad de pago, es decir, si puede cumplirse con las obligaciones impuestas por las condiciones del endeudamiento, independientemente de la rentabilidad que pudiera tener el proyecto.

Por otra parte, en la etapa de evaluación es posible distinguir tres subetapas: la medición de la rentabilidad del proyecto, el análisis de las variables cualitativas y la sensibilización del proyecto.

Cuando se calcula la rentabilidad, se hace sobre la base de un flujo de caja que se proyecta, a su vez, sobre la base de una serie de supuestos y que se ha definido como un escenario de trabajo esperado, en función de la estrategia definida para el modelo de negocio específico planteado. El análisis cualitativo complementa la evaluación realizada con todos aquellos elementos no cuantificables que podrían incidir en la decisión de realizar o no el proyecto.

A la identificación de los aspectos más débiles del proyecto evaluado debe darse una dedicación especial en la medida que sean relevantes; así, la última subetapa podrá abocarse a sensibilizar solo aquellos aspectos que podrían determinar cambios importantes en la rentabilidad calculada al tener mayores posibilidades de un comportamiento distinto al previsto.

3.3. El estudio de mercado

Uno de los factores más críticos en el estudio de proyectos es la determinación de su mercado, tanto por el hecho de que aquí se define la cuantía de su demanda e ingresos de operación como por los costos e inversiones implícitos.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Cuadro 3.1 Estudio de viabilidad económica

<table>
<tr><td colspan="3">Formulación y preparación</td><td>Evaluación</td></tr>
<tr><td colspan="2">Obtención y creación de información</td><td>Flujo de caja</td><td>Evaluación Sensibilización</td></tr>
<tr><td>Estudio mercado</td><td>Estudio técnico</td><td>Estudio organizacional y legal</td><td>Estudio financiero</td></tr>
<tr><td colspan="4">Estudio de impacto ambiental</td></tr>
</table>

El **estudio de mercado** es más que el análisis y la determinación de la oferta y la demanda, o de los precios del proyecto. Muchos costos de operación pueden preverse simulando la situación futura y especificando las políticas y los procedimientos que se utilizarán como estrategia comercial. Pocos proyectos son los que explican, por ejemplo, la estrategia publicitaria, la cual tiene, en muchos casos, una fuerte repercusión, tanto en la inversión inicial —cuando la estrategia de promoción se ejecuta antes de la puesta en marcha del proyecto— como en los costos de operación —cuando se define como un plan concreto de acción—.

El mismo análisis puede realizarse para explicar la política de distribución del producto final. La cantidad y calidad de los canales que se seleccionan afectarán el calendario de desembolsos del proyecto. La importancia de este factor se manifiesta al considerar su efecto sobre la relación oferta-demanda del proyecto. Basta agregar un intermediario adicional a la distribución del proyecto para que el precio final se incremente en el margen que recibe este. Con ello, la demanda puede verse disminuida con respecto a los estudios previos. Opcionalmente, podría bajarse el precio de entrega al distribuidor para que el producto llegue al consumidor al precio previsto, con lo cual los ingresos del proyecto también se verían disminuidos.

Ninguno de estos elementos, que a veces son considerados secundarios, puede dejar de ser estudiado. Decisiones como el precio de introducción, las inversiones para fortalecer una imagen, el acondicionamiento de los locales de venta en función de los requerimientos observados en el estudio de los clientes potenciales y las políticas de crédito recomendadas por el mismo estudio, entre otros, pueden constituirse en variables pertinentes para el resultado de la evaluación. Metodológicamente, los aspectos que deben estudiarse son cinco:

a) El consumidor y las demandas del mercado y del proyecto, actuales y proyectadas.
b) La competencia y las ofertas del mercado y del proyecto, actuales y proyectadas.
c) La comercialización del producto o servicio generado por el proyecto.
d) Los proveedores, así como la disponibilidad y el precio de los insumos, actuales y proyectados.
e) El mercado externo como contexto de competencia y oportunidades.

conceptos claves

Análisis del consumidor: caracteriza a los consumidores actuales y potenciales, identificando sus preferencias, hábitos de consumo, motivaciones, etcétera, para obtener un perfil sobre el cual pueda basarse la estrategia comercial.

Análisis de la demanda: cuantifica el volumen de bienes o servicios que el consumidor podría adquirir de la producción del proyecto.

Sin embargo, cada proyecto debe ser analizado bajo su propio modelo de negocio y sus propias características, pues es común observar la presencia de suboperadores; por ejemplo, un restaurante en un parque de entretenimiento o la presencia de auspiciadores en recintos con alta presencia de público, ambos segmentos importantes de estudiar.

El **análisis del consumidor** tiene por objeto caracterizar a los consumidores actuales y potenciales, identificando sus preferencias, hábitos de consumo, motivaciones, etcétera, para obtener un perfil sobre el cual pueda basarse la estrategia comercial. Eventualmente, un proyecto pudiera tener más de un segmento de consumidores, por lo que esta tarea puede convertirse en algo más complejo. En efecto, un proyecto de zoológico puede atender a público general para fines de entretenimiento, colegios para fines educativos e instituciones para sus fiestas de fin de año, en cuyo caso las necesidades son completamente distintas y, por ende, el diseño de la estrategia comercial también. El **análisis de la demanda** cuantifica el volumen de bienes o servicios que

www.fullengineeringbook.blogspot.com

el consumidor podría adquirir de la producción del proyecto. La cantidad demandada se asocia con distintos niveles de precio y condiciones de venta, entre otros factores, y se proyecta en el tiempo, diferenciando claramente la demanda deseada de la real.

La principal dificultad de esta situación radica en definir la proyección de la demanda global y aquella parte que podrá captar el proyecto; sin embargo, existen diversas técnicas y procedimientos que permiten obtener una aproximación, la mayoría de las veces confiable.

El estudio de la **competencia** es fundamental por varias razones. Sin embargo, es importante definir qué se entiende por competencia, pues tradicionalmente se reconoce como las empresas o actores que ofrecen el mismo producto o servicio al mismo segmento de mercado, en circunstancias en las que el ámbito de acción es mayor; el cuestionamiento relevante es qué opciones considera el usuario cuando quiere satisfacer su necesidad, donde claramente entran productos y servicios completamente diferentes entre sí. La estrategia comercial que se defina para el proyecto no puede ser indiferente a lo anterior. Es preciso conocer las estrategias que sigue la competencia para aprovechar sus ventajas y evitar sus desventajas; al mismo tiempo, ella se constituye en una buena fuente de información para determinar las posibilidades de captarle mercado y calcular los probables costos involucrados. A su vez, conocer el comportamiento histórico de la demanda, sus éxitos y fracasos, permite conocer una dimensión extendida de la evolución del mercado del producto o servicio que ofrecerá el proyecto.

La determinación de la **oferta** suele ser compleja porque no siempre es posible visualizar todas las alternativas de sustitución del producto del proyecto o la potencialidad real de la ampliación de la cantidad ofrecida si no se conoce la capacidad instalada ociosa de la competencia, sus planes de expansión o los nuevos proyectos en curso.

El análisis de la **comercialización** del proyecto es quizás uno de los factores más difíciles de precisar, porque la simulación de sus estrategias se enfrenta al problema de estimar reacciones y variaciones del medio durante la operación del proyecto.

Son muchas las decisiones que se adoptarán respecto de la estrategia comercial y del modelo de negocio del proyecto, las cuales deben basarse en los resultados obtenidos en los análisis señalados anteriormente. Las decisiones aquí tomadas tendrán repercusión directa en la rentabilidad del proyecto por las consecuencias económicas que se manifiestan en sus ingresos y egresos.

Una de estas decisiones es la política de venta, que no solo implica la generación de ingresos al contado o a plazos, sino que también determina la captación de un mayor o menor volumen de ventas. Junto con lo anterior debe estudiarse la política de plazo del crédito, los intereses, el monto del pie, etcétera. Las combinaciones posibles son múltiples y cada una determinará una composición diferente de los flujos de caja del proyecto. Tan importantes como esta son las decisiones sobre precio, canales de comercialización y distribución, marca, estrategia publicitaria y el moderno efecto generado por la irrupción de la publicidad vía internet, inversiones en creación de imagen, calidad del producto, servicios complementarios, estilos de venta, características exigidas, capacitación de la fuerza de venta.

Cada una de estas definiciones originará una inversión, un costo o un ingreso de operación que es necesario estudiar para alcanzar las aproximaciones más cercanas a lo que sucederá cuando el proyecto sea implementado.

El mercado de los **proveedores** puede llegar a ser determinante en el éxito o en el fracaso de un proyecto. De ahí la necesidad de estudiar si existe disponibilidad de los insumos requeridos y cuál es el precio que deberá pagarse para garantizar su abastecimiento. Como se verá más adelante, la información que se obtenga de los proveedores podrá influir hasta en la selección de la localización del proyecto.

Asimismo, es importante considerar la influencia del **mercado externo** en el desempeño del proyecto, tanto en la diversidad de oferta disponible para el consumidor como en la ampliación del volumen de mercado potencial para el proyecto. Actualmente, las tecnologías de la información (TI) y los niveles de seguridad para las transacciones electrónicas han permitido que cualquier producto o servicio se transe con mayor facilidad, a pesar de las barreras geográficas, así como tener la posibilidad de ampliar el mercado de influencia de un proyecto, tal como se observó en las industrias de la música y editoriales de la irrupción de los archivos de audio MP3 y del libro electrónico, respectivamente, los cuales permiten que un consumidor específico, en

www.fullengineeringbook.blogspot.com

cualquier parte del mundo, acceda rápidamente a sus contenidos, muchas veces disminuyendo los intermediarios y los costos.

concepto clave

Estudio técnico: provee información para cuantificar el monto de las inversiones y de los costos de operación pertinentes a esta área.

3.4. El estudio técnico del proyecto

En el análisis de la viabilidad financiera de un proyecto, el **estudio técnico** tiene por objeto proveer información para cuantificar el monto de las inversiones y de los costos de operación pertinentes a esta área.

Técnicamente existirían diversos procesos productivos opcionales, cuya jerarquización puede diferir de la que pudiera realizarse en función de su impacto financiero. Por lo general, se estima que deben aplicarse los procedimientos y tecnologías más modernos, solución que puede ser óptima técnicamente pero no financieramente.

recuerde y reflexione

Una de las conclusiones de este estudio es que deberá definirse la función de producción que optimice el empleo de los recursos disponibles en la producción del bien o servicio del proyecto. De aquí podrá obtenerse la información de las necesidades de capital, mano de obra y recursos materiales, tanto para la puesta en marcha como para la posterior operación del proyecto.

En particular, con el estudio técnico se determinarán los requerimientos de equipos de fábrica para la operación y el monto de la inversión correspondiente. Del análisis de las características y especificaciones técnicas de las máquinas se precisará su disposición en la planta, la que a su vez permitirá hacer una dimensión de las necesidades de espacio físico para su operación normal, tomando en consideración las normas y principios de la administración de la producción.

El análisis de estos mismos antecedentes hará posible cuantificar las necesidades de mano de obra por especialización, y asignarles un nivel de remuneración de mercado para el cálculo de los costos de operación. De igual manera, deberán deducirse los costos de mantenimiento y reparaciones, así como las inversiones en reposición de los equipos.

La descripción del proceso productivo posibilitará, además, conocer las materias primas y los insumos restantes que este demandará. Como ya se mencionó, el proceso productivo se elige por medio tanto del análisis técnico como del análisis económico de las alternativas existentes.

La definición del tamaño o la tecnología involucrada en el proceso, tanto de producción como de comercialización del proyecto, son fundamentales para la determinación de las inversiones y de los costos que se derivan del estudio técnico. Para un mismo volumen de producción se obtienen resultados económicos muy diferentes sí, por ejemplo, el tamaño considera la operación de dos plantas con un solo turno cada una o de una planta con dos turnos. Normalmente, durante esta etapa del estudio puede optarse por una alternativa de tamaño y proceso específicos para el proyecto. Sin embargo, cuando existen dudas entre dos o más posibilidades, parece conveniente no tomar una decisión en una etapa tan preliminar. En este caso, deberán desarrollarse los estudios de las distintas posibilidades técnicas, postergando, si fuera preciso, la decisión hasta la última etapa de su evaluación.

Esto parece más obvio cuando se consideran otras variables de efectos interrelacionados con los anteriores, por ejemplo, la localización. Cuando esta no se encuentra predeterminada, debe elegirse mediante un proceso integral de análisis que permita su compatibilización con el tamaño, entre otros factores. Los efectos de la disyuntiva de tener una o dos plantas sobre la decisión de localización son más complejos de lo que parece, puesto que incorporan restricciones técnicas a un análisis económico ya influido fuertemente por los costos del transporte, la cercanía de las fuentes de materias primas y del mercado consumidor, la disponibilidad y el precio relativo de los insumos, las expectativas de variaciones futuras en la situación vigente y otros. Todo esto debe analizarse de manera combinada con los factores determinantes del tamaño, como la demanda actual y esperada, la capacidad financiera y las restricciones del proceso tecnológico, entre otros.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Las interrelaciones entre decisiones de carácter técnico se complican al tener que combinarse con decisiones derivadas de los restantes estudios particulares del proyecto. Por ejemplo, al describirse cuán perecedera es la materia prima o el producto terminado, no solo se proporciona información interna al estudio técnico, sino que se condicionan algunas decisiones de mercado o financieras, como las relativas a distribución del producto final, adquisición de la materia prima o inversión en existencias.

3.5. El estudio organizacional-administrativo

El **estudio organizacional y administrativo** atiende los factores propios de la actividad ejecutiva de la administración del proyecto: organización, procedimientos administrativos y normativas legales asociadas.

concepto clave

Estudio organizacional: se encarga de los factores propios de la actividad ejecutiva de la administración del proyecto: organización, procedimientos administrativos y normativas legales asociadas.

recuerde y reflexione

Para cada proyecto y estrategia particular es posible definir la estructura organizativa que mejor se adapte a los requerimientos de su posterior operación. Conocer esta estructura es fundamental para definir las necesidades de personal calificado para la gestión y, por lo tanto, estimar con mayor precisión los costos indirectos de la mano de obra.

Al igual que en los estudios anteriores, es preciso simular el proyecto en operación. Para ello deberán definirse, con el detalle que sea necesario, los procedimientos administrativos que podrían implementarse junto con el proyecto. Pueden existir diferencias sustanciales entre los costos de llevar registros manuales o computacionales, y mientras en algunos proyectos convenga la primera modalidad, en otros puede ser más adecuada la segunda.

La decisión de desarrollar internamente actividades que pudieran subcontratarse influye directamente en los costos debido a la mayor cantidad de personal que pudiera necesitarse, la mayor inversión en oficinas y equipamiento, y el mayor costo en materiales y otros insumos. Como puede apreciarse, una decisión que pareciera ser secundaria lleva asociada una serie de inversiones y costos que ningún estudio de proyectos podría obviar.

Bastaría un análisis muy simple para dejar de manifiesto la influencia de los procedimientos administrativos sobre la cuantía de las inversiones y los costos del proyecto. Los sistemas y procedimientos contable-financieros, de información, de planificación y presupuesto, de personal, adquisiciones, crédito, cobranzas y muchos más van asociados con los costos específicos de operación. Los costos de personal son una de las grandes definiciones que deben efectuarse en esta etapa del estudio, en la que no solo deberá dimensionarse el requerimiento de personal interno, que dependerá en gran medida del nivel de integración y externalización, sino que además deberá determinarse el nivel de remuneraciones, los mecanismos de incentivos y los beneficios por otorgar al personal.

Los sistemas y procedimientos que definen cada proyecto en particular también determinan la inversión en estructura física. La simulación de su funcionamiento permitirá definir las necesidades de espacio físico para oficinas, pasillos, estacionamiento, jardines, vías de acceso, etcétera.

Ninguna de estas consideraciones puede dejarse al azar. De su análisis se derivarán otros elementos de costos que, en suma, podrían hacer no rentable un proyecto que, según estimaciones preliminares, haya parecido conveniente implementar.

Casos típicos de esto son los mecanismos de comunicación interna, el equipamiento de implementos de prevención (de incendios y de riesgos en general) o la inclusión de la variable de retiro y recontratación de personal, por nombrar solo algunos.

3.6. El estudio legal

Tan importante como los aspectos anteriores es el **estudio legal**, pues las relaciones internas, con proveedores, arrendatarios y trabajadores, así como las relaciones externas, con la institucionalidad, organismos fiscalizadores, etcétera, están administradas por un contrato, o bien, por un

www.fullengineeringbook.blogspot.com

marco regulatorio que genera costos al proyecto, por lo que influye sobre la cuantificación de sus desembolsos.

Los aspectos legales pueden restringir la localización y obligar a mayores costos de transporte, o bien, pueden otorgar franquicias para incentivar el desarrollo de determinadas zonas geográficas donde el beneficio que obtendría el proyecto superaría los mayores costos de transporte.

Uno de los efectos más directos de los factores legales y reglamentarios tiene que ver con los aspectos tributarios. Normalmente existen disposiciones que afectan de manera diferente a los proyectos, dependiendo del bien o servicio que produzcan. Esto se manifiesta en el otorgamiento de permisos y patentes, en las tasas arancelarias diferenciadas para tipos distintos de materias primas o productos terminados, o incluso en la constitución de la empresa que llevará a cabo el proyecto, la cual tiene exigencias impositivas distintas según el tipo de organización que se seleccione.

Otro de los efectos lo constituye la determinación de los desembolsos que representa la concreción de las opciones seleccionadas como las más convenientes para el proyecto; por ejemplo, los gastos en los que se deberá incurrir por la confección de un contrato para encargar una tecnología que debe hacerse a pedido. Asimismo, es posible identificar una serie de otros efectos económicos vinculados con variables legales.

3.7. El estudio financiero

concepto clave

Estudio financiero: ordena y sistematiza la información de carácter monetario que proporcionaron las etapas anteriores, elabora los cuadros analíticos y datos adicionales para la evaluación del proyecto y estudia los antecedentes para determinar su rentabilidad.

La última etapa del análisis de viabilidad financiera de un proyecto es el **estudio financiero**. Los objetivos de esta etapa son ordenar y sistematizar la información de carácter monetario que proporcionaron las etapas anteriores, elaborar los cuadros analíticos y datos adicionales para la evaluación del proyecto y estudiar los antecedentes para determinar su rentabilidad.

recuerde y reflexione

La sistematización de la información financiera consiste en identificar y ordenar todos los ítems de inversiones, costos e ingresos que puedan deducirse de los estudios previos. Sin embargo, y debido a que no se ha proporcionado toda la información necesaria para la evaluación, en esta etapa deben definirse todos aquellos elementos que debe suministrar el propio estudio financiero. El caso clásico es el cálculo del monto que debe invertirse en capital de trabajo, el valor de desecho o la tasa de descuento del proyecto.

concepto clave

Capex: acrónimo del término en inglés: *capital expenditure*, que significa gastos de capital.

Las inversiones del proyecto pueden clasificarse, según corresponda, en terrenos, obras físicas, equipamiento de fábrica y oficinas, capital de trabajo, puesta en marcha y otros. Puesto que durante la vida de operación del proyecto puede ser necesario incurrir en inversiones para ampliaciones de las edificaciones, reposición del equipamiento o adiciones de capital de trabajo, será preciso presentar un calendario de inversiones y reinversiones o **capex,** que puede elaborarse en dos informes separados, correspondientes a la etapa previa a la puesta en marcha y a la etapa de operación. También deberá proporcionarse información sobre el valor residual de las inversiones.

Los ingresos de operación se deducen de la información de precios y demanda proyectada calculados en el estudio de mercado, de las condiciones de venta, de las estimaciones de venta de residuos y del cálculo de ingresos por venta de equipos cuyo reemplazo está previsto durante el periodo de evaluación del proyecto, según antecedentes que pudieran derivarse de los estudios técnico (para el equipo de fábrica), organizacional (para el equipo de oficinas) y de mercado (para el equipo de venta).

Los costos de operación se calculan con la información de prácticamente todos los estudios anteriores. Existe, sin embargo, un ítem de costo que debe calcularse en esta etapa: el **impuesto a las ganancias**, ya que este desembolso es consecuencia directa de los resultados contables de la empresa, que pueden ser diferentes de los resultados efectivos obtenidos de la proyección de los estados contables de la empresa responsable del proyecto.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

La evaluación del proyecto se realiza sobre la estimación del flujo de caja de los costos y beneficios. La existencia de algunas diferencias en ciertas posiciones conceptuales, así como también por la incidencia del financiamiento, hace que la rentabilidad del proyecto difiera de la del inversionista. Más adelante se dedica un análisis especial al tema.

El resultado de la evaluación se mide por medio de distintos criterios que, más que optativos, son complementarios entre sí. La imposibilidad de tener certeza acerca de la ocurrencia de los acontecimientos considerados en la preparación del proyecto hace necesario considerar el riesgo de invertir en él. Se han desarrollado muchos métodos para incluir el riesgo y la incertidumbre de la ocurrencia de los beneficios que se esperan del proyecto, algunos de los cuales incorporan directamente el efecto del riesgo en los datos del proyecto, mientras que otros determinan la variabilidad máxima que podrían experimentar algunas de las variables para que el proyecto siga siendo rentable. Este último criterio corresponde al **análisis de sensibilidad**.

Análisis de sensibilidad: estudio del riesgo y la incertidumbre de la ocurrencia de los beneficios que se esperan del proyecto.

Evaluar un proyecto puede llevar a conclusiones erradas respecto del mismo. No todos los proyectos, por rentables que sean, deben implementarse de inmediato, aun cuando existan los recursos necesarios, si se detecta que podría maximizarse su rentabilidad postergando su iniciación.

Siguiendo el mismo razonamiento anterior, puede concluirse que un proyecto podría ser más rentable si se abandona antes de la fecha prevista en la evaluación. Es decir, así como debe analizarse la postergación de la puesta en marcha, también debe considerarse el abandono antes de la finalización prevista. Incluso, aun cuando el proyecto haya sido evaluado, aprobado e implementado, es posible que surja alguna alternativa de inversión que haga recomendable el abandono de la inversión en marcha.

Por último, otra variable que complementa la información posible de proveer a quien debe tomar una decisión se relaciona con el financiamiento. Cuando se incluye su efecto en un flujo de caja, ya sea por la contratación de un *leasing* o de una deuda para financiar parte de la inversión, deja de medirse la rentabilidad del proyecto y se determina la rentabilidad de los recursos propios invertidos en él, la cual puede ser sustancialmente distinta a la del proyecto. Obviamente, el inversionista tomará una decisión sobre bases más documentadas si se le proporcionan ambas rentabilidades.

3.8. El estudio del impacto ambiental

La importancia ambiental es cada vez más relevante en la implementación de un proyecto, tanto es así que hoy se habla del concepto de triple *bottom line* o **triple última línea**, que consiste en la rentabilidad económica, social y ambiental. Es importante señalar que en un proceso de PEP se deben considerar las exigencias ambientales que generen algún impacto económico en el proyecto, es decir, hay que velar por las normas existentes, no medir su impacto. Un enfoque de la gestión ambiental y de la **responsabilidad social empresarial** (RSE) sugiere introducir en la evaluación de proyectos las normas ISO 14000, las cuales consisten en una serie de procedimientos asociados para dar un estándar internacional de gestión ambiental, con el propósito de lograr un equilibrio entre la rentabilidad de un proyecto y la reducción de sus impactos en el ambiente, relacionado lo anterior con los menores costos futuros de una eventual reparación de los daños causados sobre el medio ambiente. Estos procedimientos se diferencian de las normas ISO 9000, que solo consideran las normas y procedimientos que garanticen a los consumidores que los productos y servicios que provee el proyecto cumplen y seguirán cumpliendo con determinados requisitos de calidad.

Así como en la gestión de calidad se exige a los proveedores un insumo de calidad para elaborar a su vez un producto final que cumpla con los propios estándares de calidad definidos por la empresa, en la gestión del impacto ambiental se tiende a la búsqueda de un proceso continuo de mejoramiento ambiental de toda la cadena de producción, desde el proveedor hasta

www.fullengineeringbook.blogspot.com

el distribuidor final que lo entrega al cliente. Es decir, el evaluador de proyectos debe preocuparse cada vez más del ciclo de producción completo que generará la inversión, determinando el impacto ambiental que ocasionará tanto el proveedor de los insumos por la extracción, producción, transporte o embalaje de la materia prima, como el sistema de distribución y comercialización del producto en su embalaje, transporte, uso y desecho final.

También es posible anticipar eventuales costos futuros mayores derivados de variables ambientales en evolución, como la pertenencia de la empresa a un sector industrial con mala imagen ambiental, lo que haría esperar mayores costos y menor competitividad por tener que cumplir con normas ambientales más estrictas; la determinación de la mejor ubicación económica en un sector de creciente valor ecológico o recreativo que podría, en el mediano o largo plazo, determinar su traslado por presiones de la comunidad, y la pertenencia a un sector industrial en el que los consumidores hacen cada vez mayores exigencias ambientales (fábricas de cemento, molinos, etcétera), entre otros.

Si bien es posible afirmar que el desarrollo y los efectos ambientales negativos coexisten, también lo es conocer que la prevención y el control oportuno de estos permitirán un crecimiento económico sostenible. Esto no debe interpretarse como la conservación absoluta del medio ambiente que impida la identificación de proyectos de inversión que pudieran generar beneficios y calidad de vida de la población superiores al costo que se asume respecto del medio ambiente. Los proyectos pueden generar externalidades muy positivas aun cuando también provoquen externalidades negativas imposibles de evitar, ante la necesidad de avanzar y mejorar, en definitiva, la calidad de vida de la población.

El **estudio del impacto ambiental** (EIA) como parte de la evaluación económica de un proyecto no ha sido lo suficientemente tratado, aunque se observan avances sustanciales en el último tiempo. Una tipología de estudios de impacto ambiental permite identificar tres tipos: cualitativos, cualitativo-numéricos y cuantitativos.

recuerde y reflexione

Como se mencionó en el capítulo anterior, cuando se evalúa socialmente un proyecto, lo que se busca es medir los costos que ocasiona y los beneficios que recibe la sociedad considerada como un todo, por la realización de un proyecto.

Una de las principales diferencias que tiene respecto de la evaluación privada es que considera las externalidades, tanto positivas como negativas, que genera la inversión. Mientras las externalidades positivas corresponden a los beneficios generados por un proyecto y percibidos por agentes económicos distintos a los que pagan por los bienes y servicios que el proyecto ofrece, las externalidades negativas son los costos que asumen miembros de la sociedad distintos a los que se benefician de dichos bienes y servicios. Un análisis más detallado de este tema se desarrolla en el capítulo final de este libro.

El impacto ambiental en muchas decisiones de inversión es un claro ejemplo de las externalidades que puede producir un proyecto al afectar el bienestar de la población. Si bien muchas externalidades no tienen el carácter de económicas, pueden afectar la calidad de vida de la comunidad; por ejemplo, la contaminación de un lago cuyo entorno sea utilizado con fines recreativos. Por otra parte, externalidades que no tienen carácter económico se asocian con un costo cuando se busca subsanar el daño ocasionado.

Desde la perspectiva de la medición de la rentabilidad social de un proyecto, el evaluador debe cuantificar los beneficios y costos ambientales que la inversión ocasionará. Para ello, puede recurrir a distintos métodos que permiten incorporar el factor monetario al efecto ambiental, como los métodos de **valoración contingente**, de **costo evitado** o de **precios hedónicos**.[1]

Desde la perspectiva de la evaluación privada de proyectos, lo que interesa es medir los costos y beneficios que con mayor probabilidad enfrentará el inversionista. Si el proyecto puede

[1] Una detallada exposición sobre los métodos de valoración ambiental se encuentra en Azqueta, *Valoración económica de la calidad ambiental*, McGraw-Hill, Madrid, 1994, pp. 75-191.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

afrontar la posibilidad de un desembolso futuro para compensar el daño causado, este valor deberá incorporarse en el proyecto.

Si existen normas concretas que restrinjan la formulación del proyecto, por ejemplo, el impedimento de construir un edificio para arriendo de estacionamientos por el impacto vial que ocasiona sobre la calle, el evaluador deberá investigar la existencia de otras opciones. Si la demanda hace recomendable, desde el punto de vista de la rentabilidad privada, la construcción de 800 estacionamientos y existe una restricción establecida al tamaño por el impacto vial negativo que este proyecto ocasionará, deberá estudiarse la conveniencia de un tamaño inferior, con salidas a distintas calles, pero que cumpla con la norma, o el traslado de la ubicación a otro lugar.

Entre otros efectos ambientales directos, la evaluación privada deberá incluir los siguientes costos: para cumplir con las normas de control de las emanaciones de gases o contaminación de aguas; para eliminar, reciclar o biodegradar residuos sólidos que no puedan ser depositados en lugares bajo control y autorizados para tales fines; para acceder a materias primas que cumplan con las normas ambientales en cuanto a los residuos de embalaje o transporte; para cumplir con las normas ambientales vinculadas con la comercialización del producto elaborado por el proyecto, como las restricciones de algunos países a la importación de productos en embalajes no reciclables, no reutilizables o no biodegradables, etcétera.

Con un adecuado EIA se confeccionará un documento que describa pormenorizadamente las características de un proyecto o actividad que pretenda llevarse a cabo, o su modificación. Dicho documento debe proporcionar antecedentes fundados para la predicción, identificación e interpretación de su impacto ambiental, y describir la o las acciones que se ejecutarán para impedir o minimizar sus efectos significativamente adversos.

Junto con lo anterior, deberá considerarse una **Declaración de Impacto Ambiental** (DIA), la cual es un documento descriptivo de una actividad o proyecto que pretende realizarse, o de las modificaciones que se introducirán, otorgado bajo juramento por el respectivo titular, cuyo contenido permita al organismo competente evaluar si su impacto ambiental se ajusta a las normas ambientales vigentes.

Para implementar un proyecto, deberá contarse con una Resolución de Calificación Ambiental (RCA), documento que contiene disposiciones de los organismos gubernamentales de control ambiental.

Los objetivos del EIA consisten en definir mecanismos y responsabilidades que aseguren las siguientes acciones:

a) La identificación preventiva de los peligros, la evaluación de los riesgos, las medidas de control y la verificación del cumplimiento oportuno de todas las situaciones susceptibles de provocar daño a las personas, al medio ambiente, a la comunidad del entorno y a los bienes físicos durante todo el ciclo de vida de los proyectos.
b) La identificación, aplicación y verificación del cumplimiento del marco regulatorio aplicable, obligatorio y voluntario, interno y externo según los distintos países en los que se produce o exporta. Por ejemplo, al exportar salmones de Chile a Europa se requiere cumplir con las normas ambientales tanto de Chile (interno) como de Europa (externo). En este sentido, los Tratados de Libre Comercio (TLC) han generado condiciones de reciprocidad en cuanto al cumplimiento de normas medioambientales mutuamente exigibles.
c) La protección de las personas, del medio ambiente, de la comunidad del entorno y de los bienes físicos durante el desarrollo de los proyectos, su construcción, montaje, puesta en marcha y operación.

El reconocimiento oportuno de los peligros y la evaluación de los riesgos e impacto a que se exponen las personas, el medio ambiente, la comunidad del entorno y los bienes físicos a causa de los proyectos que se desarrollan, y la adopción, en consecuencia, de medidas preventivas que tengan como finalidad el control de estos riesgos, entregan un importante valor al proyecto, que con esto da cumplimiento a la legislación vigente y evita destinar recursos para mitigar daños ya causados, además de fortalecer su imagen corporativa y mantener la certificación de los sistemas de gestión.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

La metodología de estudio de impacto ambiental debe aplicarse a todos los proyectos, independientemente de su fuente de financiamiento, de sus modalidades de administración y/o tipo de contrato, para su desarrollo y ejecución, en cualquiera de las etapas de idea, preinversión, inversión y operación.

recuerde y reflexione

Aun cuando no existe una legislación que prevea todos los impactos negativos que un proyecto podría generar, el comportamiento del inversionista debiera sustentarse en valores éticos y de responsabilidad social y no tan solo en el cumplimiento de una legislación, muchas veces insuficiente, en esta delicada materia.

Es por ello que hoy en día se habla del concepto *three bottom line;* es decir, la triple última línea, refiriéndose a la medición de rentabilidad económica, social y ambiental.

El estudio debe incluir todos los peligros, riesgos e impactos asociados con las personas, el medio ambiente, la comunidad del entorno y los bienes físicos donde se inserta el proyecto. Los resultados deben incorporarse en los eventuales procesos de licitación y/o cotización en los respectivos contratos de los proyectos, para ser aplicados en las etapas correspondientes.

Está fuera del alcance de este estudio el análisis de riesgos asociados con aspectos financieros, de gestión y los propios del negocio, como cambios en la actividad económica, inflación, política monetaria y fiscal, restricciones de comercio, cambios de costos esperados, pérdidas de mercado y cambio de leyes, entre otros.

concepto clave

Posevaluación: la verificación del cumplimiento de todos los compromisos que un proyecto hizo ante las personas, el medio ambiente, la comunidad del entorno y los bienes físicos.

Transcurrido un tiempo prudente de operaciones, corresponderá realizar la **posevaluación** del proyecto. Esta debe considerar la verificación del cumplimiento de los compromisos de la DIA y del EIA, los cumplimientos de las acciones correctivas, preventivas y no conformidades entregadas durante el proceso de traspaso de la etapa de ejecución a la etapa de operación, en los ámbitos de las personas, el medio ambiente, la comunidad del entorno y los bienes físicos.

Por otra parte, cuando se considera el cierre de un proyecto, deberá tenerse en cuenta un plan de mitigación de posibles efectos ambientales. Por ejemplo, en un proyecto de vertedero, además de preocuparse durante la operación de las externalidades negativas y mitigaciones ambientales, al término de su vida útil deberá considerarse un plan de recuperación de suelo, a través de la entrega de áreas verdes a la comunidad, además del control de gases y líquidos. Los costos que involucra esta iniciativa deberán considerarse en el valor de desecho del proyecto, lo cual perfectamente podría implicar que este último valor termine siendo negativo, es decir, que deba pagarse por salir del proyecto. Otro tanto ocurre con proyectos mineros en los que se exige dejar el terreno en condiciones normales una vez que se haya extraído todo el mineral.

Resumen

En este capítulo se sintetiza el proceso de preparación y evaluación de un proyecto de inversión. El resto del libro se dedica a analizar en detalle cada uno de los factores que influyen en la medición de la rentabilidad del proyecto.

Muchas son las variables que pueden y deben cuantificarse en la preparación del proyecto. Solo la simulación precisa de cómo operaría una vez puesto en marcha permitirá determinar las consecuencias económicas que del proyecto se deriven.

Los estudios particulares que deberán realizarse para disponer de toda la información relevante para la evaluación son seis: mercado, técnico, organizacional-administrativo, legal, financiero y ambiental.

El objetivo de cada uno de ellos es proveer información para la determinación de la viabilidad financiera de la inversión. Si bien no se pretende realizar estudios de viabilidad técnica, comercial, administrativa, legal u otra cuando en cada una de estas áreas exista más de una alternativa razonable viable, sí deberá evaluarse cuál de ellas es la óptima desde el punto de vista de la racionalidad económica.

Muchas veces puede suceder que subsistan dudas acerca de los méritos financieros de más de una alternativa, sea esta técnica, comercial o administrativa. En estos casos, no debe optarse por una de ellas, sino que las más relevantes deben desarrollarse en toda su magni-

www.fullengineeringbook.blogspot.com

tud para elegir la mejor en la evaluación financiera misma del proyecto. Abandonar una alternativa tecnológica en el estudio técnico, basándose en aproximaciones económicas, puede llevar a desechar una alternativa que, combinada con las proyecciones organizativas, comerciales, legales, administrativas y financieras, derivase en una rentabilidad mayor.

El estudio de factibilidad no solo consiste en determinar si el proyecto es o no rentable; debe servir también para discernir entre alternativas de acción, a fin de estar en condiciones de recomendar la aprobación o el rechazo del proyecto, en virtud de una operación en el grado óptimo de su potencialidad real.

El estudio de impacto ambiental como parte de la evaluación de un proyecto se observa como un elemento cada vez más necesario, tanto por el cambio en la cultura ambientalista de la sociedad como por el efecto directo sobre los costos o beneficios que una determinada iniciativa de inversión pudiera tener. La teoría dispone de tres tipos de instrumentos para medir estos costos y beneficios: métodos cualitativos, cualitativo-numéricos y cuantitativos.

El estudio económico del impacto ambiental adquiere especial importancia en la evaluación social de proyectos por las externalidades que pueden asociársele. Entre los principales métodos para valorizar estas externalidades están el de valoración contingente, el del costo evitado y el de los precios hedónicos. En la evaluación privada del proyecto, las restricciones para el control de daños ambientales obliga al evaluador a incluir los costos de prevención o los necesarios para subsanar el daño que pudiera ocasionar el proyecto.

Preguntas y problemas

1. ¿En qué se diferencian el estudio de la viabilidad técnica y el estudio técnico de la viabilidad financiera?
2. Describa la información que deberá proporcionar el estudio técnico para la evaluación financiera del proyecto.
3. Defina un proyecto no productivo y explique en qué consistiría su estudio técnico.
4. Describa algunos ítems de inversiones que podrían derivarse del estudio del mercado del proyecto.
5. ¿Cómo podría inducir algunos costos de operación el análisis de la competencia del proyecto?
6. Explique cómo pueden afectar la estructura organizativa de un proyecto y el diseño de los procedimientos administrativos en la composición de los costos de operación del proyecto y de las inversiones previas a la puesta en marcha y durante la ejecución del proyecto.
7. El estudio financiero del proyecto debe preparar información para su evaluación. Identifique las principales decisiones que deben tomarse al respecto.
8. Explique qué diferencia a los estudios en las etapas de perfil, prefactibilidad y factibilidad.
9. Explique la importancia de las variables ambientales en un proyecto de inversión.
10. ¿Son similares los efectos cuantitativos asociados con el impacto ambiental de un proyecto que se evalúa social y privadamente?
11. Describa los métodos para cuantificar los efectos ambientales de un proyecto.
12. Un inversionista dispone de un terreno del cual desea obtener la mayor ganancia posible. De acuerdo con sus expectativas, dentro de los próximos 10 años la construcción de nuevas carreteras y vías de acceso en el entorno inmediato harán del terreno un lugar más atractivo. Adicionalmente, mientras espera la consolidación de dichos proyectos de infraestructura vial, tiene la posibilidad de montar una granja educativa o entregar en arriendo la explotación de 10 hectáreas para uso agrícola. Tomando en consideración la situación particular de este inversionista, ¿cuál debe ser el enfoque metodológico correcto, desde el punto de vista de la preparación y evaluación de proyectos, que permita efectuar una recomendación adecuada? ¿Qué elementos debe incluir en su evaluación?
13. Existen algunos factores que son determinantes para la aplicación de las técnicas de preparación y evaluación de proyectos, las que a su vez no dependen en su evolución del responsable de la investigación. Menciónelos y explíquelos.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Comente las siguientes afirmaciones:

a) La preparación y evaluación de proyectos desarrolla técnicas y metodologías que permiten cuantificar con precisión un calendario tanto de inversiones como de ingresos y egresos de su operación, los cuales, llevados a un flujo de fondos, permitirán decidir la conveniencia o inconveniencia de asignar los recursos a la idea del proyecto.

b) La decisión de aplicar las técnicas de preparación y evaluación de proyectos surge cuando se dispone de una idea de creación de una nueva empresa cuyos posibles resultados no son conocidos. Es por ello que deberá efectuarse un proceso de simulación que permita obtener información acerca del comportamiento actual de la demanda, de los aspectos técnicos, organizativos y financieros. La evaluación de todos estos antecedentes permitirá adoptar la decisión correcta.

c) Para la construcción del flujo del proyecto deberá sistematizarse la información obtenida en los distintos estudios del análisis de preinversión. Para ello se determinarán las inversiones del proyecto previas a su operación, los ingresos y los egresos operacionales residuales.

d) Los estudios de mercado, técnico, organizacional-administrativo, legal y financiero son independientes entre sí, de manera que el estudio de mercado proporciona información relevante del comportamiento de los consumidores, proveedores, competidores y distribuidores; el estudio técnico proporciona antecedentes económicos relativos a los costos de fabricación, inversión en tecnología y otros aspectos relevantes. Lo mismo ocurre en los otros estudios. Esta información se sistematiza en un flujo de caja, el cual se somete a técnicas de evaluación sustentadas en el valor del dinero en el tiempo.

e) Los estudios de perfil, prefactibilidad y factibilidad tienen un carácter secuencial. Toda idea de proyecto debe pasar por estos tres escenarios de preparación antes de ser implementada.

f) Las ideas de proyecto nacen o surgen como consecuencia de diversos hechos que ocurren en la sociedad. Una vez identificada la idea, deberá encargarse el estudio de preparación y evaluación del proyecto al especialista con el fin de que determine su rentabilidad.

g) El ciclo de un proyecto surge con la idea, continúa con la preinversión, posteriormente con la inversión y finalmente con la operación. En todas las etapas del ciclo, al preparador y evaluador de proyectos le corresponderá aplicar las técnicas propias de su quehacer.

h) Antes de ser implementada, toda idea de proyecto deberá estudiarse en el máximo nivel de profundidad.

i) A todos los estudios de un proyecto deberá realizársele el estudio de factibilidad.

j) Preparar un proyecto significa recopilar la información existente con el fin de construir con ella los flujos de caja respectivos.

k) Al final de la preparación de un proyecto, solo podrá construirse un flujo de caja, ya que la existencia de diversos flujos puede conllevar a resultados disímiles, lo cual imposibilita la recomendación pertinente en la asignación de recursos.

l) El estudio financiero permitirá construir el flujo de caja respectivo al sistematizar toda la información obtenida en los estudios de un proyecto y, además, buscar la mejor alternativa de financiamiento para llevar a cabo la inversión.

m) La proyección de los flujos no es confiable, puesto que es imposible la predicción perfecta.

n) Todos los estudios de un proyecto deberán estudiarse en un mismo nivel de profundidad, ya que todos ellos presentan alternativas susceptibles de ser evaluadas.

ñ) El impacto medioambiental de un proyecto solo deberá estudiarse en la medida en la que las normas legales vigentes en un país dispongan cláusulas que reglamenten ese impacto. En caso contrario, será necesario efectuar un estudio de impacto medioambiental.

o) Un proyecto que al evaluarse muestra una rentabilidad positiva debe implementarse inmediatamente si existen los recursos suficientes para ello.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Bibliografía

Azqueta, Diego, *Valoración económica de la calidad ambiental*, Madrid, McGraw-Hill, 1994.

Belli, Pedro, *Economic Analysis of Investment Operations: Analytical Tools and Practical Operations*, Washington, D.C, World Bank Publications, 2001.

Cañón Salazar, Henry, *Diseño de proyectos*, UNAD Bogotá, D.C., 2011.

Comisión Europea-EuropeAid, *Gestión del ciclo del proyecto*, 2001.

Curry, Steve y John Weiss, *Project Analysis in Developing Countries*, Palgrave, 2000.

Deslandes, H., "Las ocho etapas de un estudio de factibilidad" en: *Administración de empresas*, 6(61), 1975.

Duvigneau Ch. y R. Prasad, "Guidelines for Calculating Financial and Economic Rates of Return for DFC Projects" en: *World Technical Paper*, No. 33. Washington, D.C., 1984.

Ilpes, *Guía para la presentación de proyectos*, México, Siglo XXI Editores, 2006.

Mideplan. *Inversión pública, eficiencia y equidad*, 2a. edición, Santiago, MIDEPLAN, diciembre de 1992.

Miranda, Juan José, *Gestión de proyectos: Identificación, formulación y evaluación*, Bogotá, MM Editores, 2005.

Ortegón, Edgar, Juan Franciso Pacheco y Adriana Prieto, *Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas*, Santiago, Ilpes, 2005.

Sapag, Nassir, *Criterios de evaluación de proyectos: cómo medir la rentabilidad de las inversiones*, Madrid, McGraw-Hill, 1993 .

_____, *Evaluación de inversiones en la empresa: Outsourcing, reemplazo, abandono, ampliación e internalización*, Santiago, Ciade, 1998.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Capítulo 4

El estudio de mercado

En este capítulo se investiga el mercado desde la perspectiva del preparador de proyectos; es decir, más que el análisis de los conceptos y las técnicas generales de la comercialización, se estudiarán los aspectos económicos específicos que repercuten, de una u otra manera, en la composición del flujo de caja del proyecto. Definir estos aspectos económicos no es una tarea fácil, pues para establecer la demanda, la estrategia de precios, los costos asociados a la comercialización, los canales que se utilizarán para esta y los costos asociados a la estrategia de promoción y publicidad, por mencionar los más relevantes, se requiere de un análisis integral del mercado.

Es importante diferenciar el objetivo que se persigue con este **estudio de mercado**, pues se parte de que la idea de proyecto ya está preconcebida, ya que, como se vio en el capítulo dos, podría desarrollarse un estudio de mercado exclusivamente para determinar cuál es la idea de proyecto que pretende implementarse; en cambio, el objetivo del estudio de mercado dentro del proceso de PEP es definir las métricas económicas derivadas del diseño de las distintas estrategias que requieren establecerse para evaluar un proyecto; estas estrategias son: competitiva, comercial, de negocio y de implementación, las que serán analizadas en el presente capítulo.

Por lo general, el concepto de estudio de mercado se identifica con la definición tanto del precio al que los consumidores están dispuestos a comprar como de la demanda.

recuerde y reflexione

En este capítulo se aplica el concepto de estudio de mercado a las variables que condicionan el comportamiento de los distintos agentes económicos, cuya actuación afectará el desempeño financiero de la empresa que podría generarse con el proyecto.

Los objetivos específicos del estudio de mercado serán: ratificar la posibilidad real de colocar en el mercado el producto o servicio que elaboraría el proyecto, conocer los canales de comercialización que usan o podrían usarse en la comercialización, determinar la magnitud de la demanda que podría esperarse y conocer la composición, características y ubicación de los potenciales consumidores.

La proyección de las variables futuras del mercado, tanto del entorno como del propio proyecto, adopta un papel preponderante en los resultados de la evaluación. La importancia de este tema es la razón por la cual se excluye de este capítulo, para tratarlo de manera particular y detallada en el siguiente.

4.1. El mercado del proyecto

Para estudiar el mercado de un proyecto, es preciso reconocer los agentes que, tendrán algún grado de influencia sobre la definición de la estrategia comercial: los **submercados**, **proveedor**, **competidor**, **distribuidor** y **consumidor** (ver figura 4.1). El mercado externo puede descartarse y sus variables incluirse, según corresponda, en cada uno de los cuatro anteriores.

Cada proyecto tendrá sus propios agentes particulares, por lo que resulta recomendable confeccionar el diagrama de los agentes del mercado que en él participan, como una forma de definir la trazabilidad del estudio de mercado. Un estudio de mercado efectuado por la consultora Sapag & Sapag Asociados para un potencial operador de un parque zoológico en Santiago

www.fullengineeringbook.blogspot.com

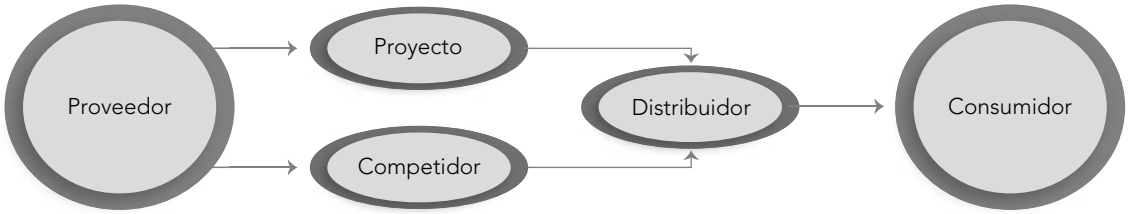


Figura 4.1 Submercados de un estudio de factibilidad.

de Chile, identificó los siguientes agentes relevantes como parte del proceso del estudio de mercado. Posteriormente, se definieron los requerimientos de información para cada uno de los agentes y su respectiva metodología a fin de efectuar el levantamiento correspondiente.

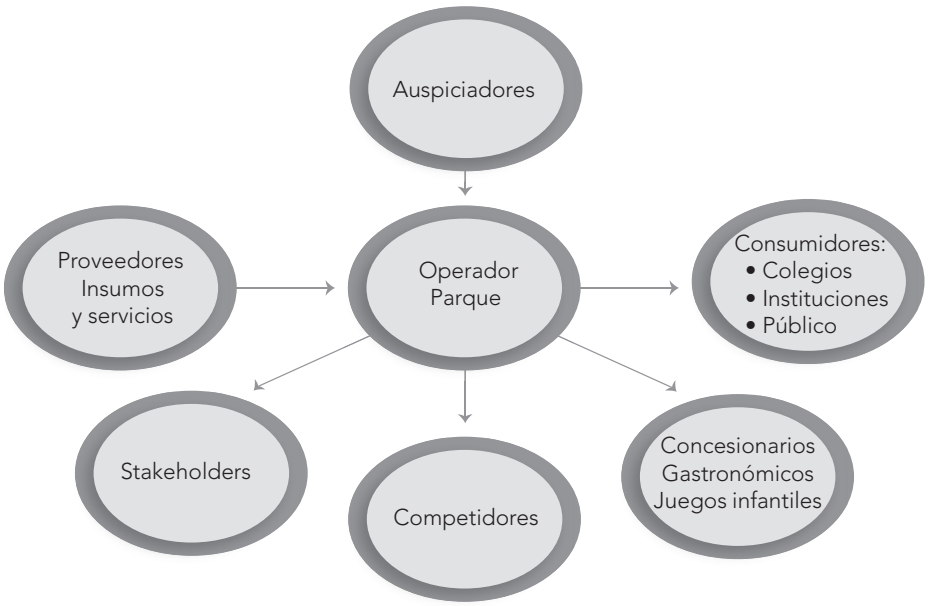


Figura 4.2 Diagrama de los agentes de mercado.

La figura 4.2 muestra todos los agentes que directa o indirectamente interactúan con el proyecto y como consecuencia generan efectos económicos en él. Los auspiciadores desempeñan un rol fundamental en la financiación de la operación a través de los recursos que aportan por publicidad e imagen de marca.

Los consumidores, por su parte, se pueden clasificar en tres categorías distintas: colegios, instituciones y público en general, donde cada una tiene sus propias necesidades. Ello implica que cada segmento requiere del diseño de una estrategia comercial diferente. Los competidores, a pesar de que en la mayoría de los casos no exista una relación directa, como podría ser el caso de una alianza estratégica, se requiere analizar y estudiar su estrategia competitiva y comercial para determinar cuál será la propuesta de valor diferencial que el proyecto entregará.

Los concesionarios forman parte de la experiencia integral de los visitantes, sin embargo, desempeñan y operan actividades distintas al proyecto, pero necesarias, donde la eficiencia se logra, en la mayoría de los casos, con la participación de terceros, como por ejemplo operadores gastronómicos y de juegos infantiles.

Los proveedores de insumos y servicios, como por ejemplo medicamentos y alimentación, generan costos que deben analizarse.

Por último, los *stakeholders* externos, como por ejemplo las comunidades vecinales, ecologistas, corporaciones de defensa de animales, etcétera, pueden convertirse en detractores del proyecto si no se toman en cuenta sus intereses y motivaciones.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Una correcta definición de la idea de proyecto necesariamente deberá considerar todos los actores que directa o indirectamente intervienen en el proyecto, no solamente para una definición correcta de la propuesta de valor, sino también para la definición del modelo de negocio que caracterizará la relación comercial.

4.1.1. Estudio de mercado consumidor

La estrategia comercial que se defina tendrá repercusión directa en los ingresos y egresos del proyecto y se verá influida por las características tanto del consumidor como del competidor, en ese orden.

Para abordar el **estudio de mercado consumidor**, la imposibilidad de conocer los gustos, deseos y necesidades de cada individuo que potencialmente puede transformarse en un demandante del proyecto hace necesaria la agrupación de estos de acuerdo con algún criterio lógico. Los criterios de agrupación dependerán, a su vez, del tipo de consumidor que se estudie. Al respecto, hay dos grandes agrupaciones: *a*) el **consumidor institucional**, que se caracteriza por tomar decisiones generalmente racionales basadas en las características técnicas del producto, su calidad, precio, oportunidad en la entrega y disponibilidad de repuestos, entre otros factores, y *b*) el **consumidor individual**, que toma decisiones de compra basado en consideraciones de carácter más emocional, como la moda, exclusividad del producto, prestigio de la marca, etcétera. En ocasiones, se requiere estudiar los dos, como, por ejemplo, cuando se pretende comercializar un producto a través de grandes tiendas consolidadas, la relación es con una institución (B2B)[1] y no con el consumidor final; sin embargo, tanto el diseño del producto como su promoción y publicidad son orientados al consumidor final (B2C), aunque el proyecto no interactúe directamente con él, sino que sea el canal el que lo haga. En ese caso, las decisiones de compra del canal respecto de las decisiones de compra del consumidor final obedecerán a parámetros totalmente distintos; mientras el primero centra sus decisiones de compra en aspectos objetivos, como por ejemplo condiciones de compra, plazos de pago, precios, descuentos por volumen, etcétera, el segundo lo hace sobre la base de aspectos más subjetivos, como pudieran ser los valores de marca, imagen, diseño, etcétera; sin embargo, para el éxito del producto, y en particular del proyecto, se requerirá el análisis de ambos segmentos.

conceptos claves

Consumidor institucional: se caracteriza por tomar decisiones generalmente muy racionales basadas en las variables técnicas del producto, en su calidad, precio, oportunidad en la entrega y disponibilidad de repuestas, entre otros factores.

Consumidor individual: toma decisiones de compra basado en consideraciones de carácter más emocional, como la moda, exclusividad del producto, prestigio de la marca, etcétera.

En el caso de un consumidor institucional, las posibilidades de determinar y justificar su demanda se simplifican al considerar que esta depende de factores económicos y, por lo tanto, más objetivos. En este sentido, basta con definir las ventajas que ofrece el proyecto sobre las otras opciones para cuantificar la demanda en función de quienes se verían favorecidos por ellas.

El consumidor individual es mucho más complejo de estudiar, pues a diferencia del institucional, es mucho menos racional y basa sus decisiones de compra en aspectos no necesariamente objetivos; de ahí la importancia de entender sus conductas y comportamientos. Al investigar las razones por las cuales una persona asiste a un gimnasio, por ejemplo, los primeros argumentos pueden atribuirse a un tema de salud, deporte y calidad de vida; sin embargo, puede deberse a razones psicológicas ocultas, como el grado de inseguridad personal que necesita contrarrestar con un cuerpo trabajado, un vehículo suntuoso o una determinada vestimenta. Esto explica que los estudios de mercado hayan tendido a la utilización de técnicas de investigación etnográficas, es decir, a la observación de la conducta del consumidor en un determinado contexto, donde lo relevante no es lo que la gente dice que hace, sino lo que realmente hace.

Cuando el producto del proyecto en estudio está dirigido a un mercado personal, la subjetividad implícita en sus actos de compra torna más difícil la definición de la estrategia comercial y, por consiguiente, la determinación de la cuantía de la demanda que puede esperarse. Un modo de aproximarse a una respuesta es caracterizando al consumidor. Para ello, una definición es la que identifica como tal a quien toma la decisión de compra y no a quien consume el producto o servicio adquirido. Así, por ejemplo, el consumidor de ropa de niños será usualmente uno de los padres y el de sopas envasadas será, en muchos casos, la sirvienta del hogar.

[1] (B2B) se forma de las palabras en inglés de *Business to Business* y significa una relación comercial con empresas u organizaciones y no con el consumidor, en cuyo caso se nombra B2C, por las siglas en inglés de *Business to Costumer*.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Como esto no puede conocerse *a priori*, es necesario investigar quién compra. Para lo cual deberán estudiarse los hábitos de consumo de la población, los que a su vez permitirán conocer cómo se compra; por ejemplo, si es al contado o a crédito, a diario o mensualmente, si se va a un supermercado o se compra por internet, en tamaño individual o familiar, etcétera. Además, deberá conocerse por qué se compra, es decir, las motivaciones que inducen a optar por una determinada marca, envase o producto sustituto.

Si el producto debe entrar a competir con otros ya establecidos, será necesario realizar estudios para determinar el grado de lealtad a una marca o lugar de venta, los efectos de las promociones y de la publicidad de la competencia sobre el consumidor, así como la sensibilidad de la demanda tanto al precio como a las condiciones de crédito, entre otros aspectos.

concepto clave

Segmentación del mercado: el proceso mediante el cual se divide un mercado en grupos uniformes y homogéneos más pequeños que tengan características y necesidades semejantes.

La segmentación

La **segmentación del mercado** es el proceso mediante el cual se divide un mercado en grupos uniformes y homogéneos más pequeños que tengan características y necesidades semejantes. Debido a esta similitud, es posible que dichos individuos respondan de manera similar a determinadas estrategias de *marketing*. Por ello, se denomina **segmentación** a la agrupación de consumidores de acuerdo con algún comportamiento similar en el acto de compra; lo anterior reconoce que el mercado consumidor está compuesto por individuos con diversidad de ingresos, edad, sexo, clase social, educación y residencia en distintos lugares, lo que los hace tener necesidades y deseos también distintos.

La segmentación del mercado institucional responde, por lo regular, a variables como: rubro de actividad, región geográfica, tamaño y volumen medio de consumo, entre otras.

La segmentación del mercado de los consumidores individuales también se realiza, generalmente, en función de variables geográficas, aunque tanto o más importante que estas son las variables demográficas, que clasifican al consumidor según su edad, sexo, tamaño del grupo familiar, nivel ocupacional, profesión, religión, etcétera y también la clasificación socioeconómica ligada al nivel de ingreso (y su distribución), complementado por los patrones de gasto.[2] Una última clasificación es aquella que segmenta por variables psicosociológicas: clase social, estilo de vida, forma de vestirse, redes sociales a las que se pertenece, lugares a los que se asiste, temas de interés, etcétera. Con la existencia de redes sociales como Facebook, resulta mucho más fácil poder segmentar y cuantificar, pues esta plataforma permite identificar intereses y comportamientos, así como cuantificarlos de manera rápida y económica.

La segmentación es fundamental en los procesos de estimación de la demanda, pues en función de ello se va condicionando el tamaño del mercado.

Es importante definir *a priori* la categorías de usuarios del producto o servicio que pretende estudiarse; hay productos dirigidos a hogares y familias, como los hornos microondas; hay otros dirigidos a empresas, como las centrales telefónicas; y otros dirigidos a personas, como una bebida energética. Por ello, muchas veces será más importante estudiar el número de hogares constituidos que la población total del mercado, ya que muchos productos tienen como unidad de medida el hogar y no el individuo. Cuando el producto que va a elaborarse es de uso personal, como el vestuario y los comestibles, pueden ser más importantes las proyecciones del mercado en función del nivel total de la población; sin embargo, en bienes como los muebles o las viviendas, la proyección debería basarse en un índice de hogares constituidos.

4.1.2. Estudio de mercado proveedor

recuerde y reflexione

El **estudio de mercado proveedor** puede clasificarse en tres categorías: **proveedores de materias primas e insumos**; **proveedores de servicios**, como aseo, seguridad, logística, bodegaje, etcétera, y **proveedores de tecnología**, asociada a las decisiones de operación, lo que se verá con mayor detalle en el estudio técnico.

[2] Por ejemplo, se ha demostrado empíricamente que cuando el ingreso del grupo familiar aumenta, el gasto porcentual destinado a alimentación disminuye, pero la demanda de atención médica se incrementa.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

El mercado proveedor constituye muchas veces un factor tanto o más crítico que el mercado consumidor. Muchos proyectos tienen una dependencia extrema de la calidad, cantidad, oportunidad de la recepción y costo de los materiales. No son pocos los proyectos que basan su viabilidad en este mercado. Es el caso, por ejemplo, de un proyecto de reciclaje de basura cuyo éxito, en gran medida, depende de la recolección y clasificación de la misma. Ello requiere la concientización y sensibilización de la población para que conozca que la basura puede tener diversas utilidades y que su recolección adecuada contribuye a mejorar la calidad de vida de la sociedad de manera sustentable.

El estudio del mercado proveedor es más complejo de lo que parece, ya que deberán estudiarse todas las alternativas de obtención de materias primas, así como sus costos, condiciones de compra, sustitutos, durabilidad, necesidad de infraestructura especial para su bodegaje, oportunidad y demoras en la recepción, disponibilidad, seguridad en la recepción, grado de integración de los sistemas de información, etcétera.

Para definir lo anterior es necesario, más que un estudio vigente o histórico del mercado proveedor, conocer sus proyecciones a futuro. Como en el caso de las pectinas, la disponibilidad de materias primas vigente en el momento del estudio dejó de ser pertinente ante la duda acerca de la disponibilidad futura que se derivaba de los cambios proyectados en los precios internacionales del limón.

El precio de los insumos también será importante en la definición de los costos y de la inversión en capital de trabajo. Por ello, al estudiar el precio de los insumos tendrá que incluirse su concepto amplio, es decir, agregar las condiciones de pago que establece el proveedor, sus políticas de crédito y las de descuento.

En la edición de un boletín informativo diario, por ejemplo, el hecho de que los proveedores otorgaran un plazo de 60 días para pagar su impresión fue fundamental en la determinación de su viabilidad. De no haberse detectado este crédito de proveedores, se habría estimado el pago de contado, lo que habría determinado una inversión de tal importancia en capital de trabajo que incluso podría haber mostrado un resultado negativo.

La disponibilidad de insumos será fundamental para la determinación del procedimiento de cálculo del costo de abastecimiento, particularmente en la definición de *stock* mínimo de seguridad.

4.1.3. Estudio de mercado competidor

En el **estudio de mercado competidor** se debe identificar toda la competencia, pues no basta hacerlo con aquellos competidores que comercializan un producto o servicio similar a un mismo segmento, sino que hay que identificar cuál es el abanico de opciones que tiene un consumidor determinado cuando se le gatilla la necesidad. Por ejemplo, si se enfrenta a un proyecto de fabricación de una bebida de cola, lo natural es asociar a la competencia con Pepsi y Coca Cola; sin embargo, la pregunta de fondo es qué hace el consumidor cuando tiene sed. En ese abanico de opciones aparece el agua mineral, los jugos, las bebidas isotónicas y los helados, por nombrar los más relevantes. Bajo este prisma, es necesario tratar de entender qué hace que un consumidor satisfaga su necesidad de sed con un producto distinto al que se está estudiando, es decir, debe investigarse qué factores influyen en el comportamiento de una persona para elegir una opción distinta a la cola. De esta manera, los alcances del mercado competidor trascienden más allá de la simple competencia por la colocación del producto. Si bien esto es primordial, muchos proyectos dependen de la competencia con otros productos. Por ejemplo, una fábrica de mantequilla en una zona no industrializada depende en gran parte del servicio de arrendamiento de bodegas de refrigeración con el que pueda disponer. Sin embargo, podría tener que competir con pescadores que deseen congelar y almacenar mariscos en esa misma bodega, o con agricultores que también necesiten congelar y guardar, por ejemplo, alimentos perecederos. Cuando las materias primas no son suficientes, tendrá que competirse por ellas en el mercado proveedor y, en otros casos, cuando los medios de transporte sean escasos, la competencia por ellos será prioritaria.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

concepto clave

Mercado competidor directo: se trata de las empresas que elaboran y venden productos similares a los del proyecto.

El **mercado competidor directo**, entendido por ello las empresas que elaboran y venden productos similares a los del proyecto, también requiere conocer la estrategia comercial que estas implementan para enfrentar de la mejor manera su competencia en el mercado consumidor. Cada antecedente que se conozca de ellas se utilizará en la definición de la propia estrategia comercial del proyecto. Así, por ejemplo, conocer los precios a los que esas empresas venden, las condiciones, plazos y costos de los créditos que ofrecen, los descuentos por volúmenes y pronto pago, su sistema promocional, su publicidad, los canales de distribución que emplean para colocar sus productos, su situación financiera de corto y largo plazos, entre otros aspectos, facilitará la determinación de estas variables para el proyecto. Asimismo, existe una serie de factores de carácter estratégico, como el nivel de integración vertical, las alianzas estratégicas existentes y el *holding* al cual pertenecen, por nombrar los más relevantes.

Cuando se estudia la competencia, es básico conocer su estrategia comercial, pero aún más importante es determinar la efectividad de la misma. En su análisis se revisarán las variables que se definieron en este punto. Conocer su posición actual y los resultados de experiencias pasadas constituye una valiosa información para definir la estrategia comercial propia.

En muchos casos, la viabilidad de un proyecto dependerá de la capacidad de aprovechar algunas oportunidades que ofrece el mercado. Por ello es importante reconocer que el producto o servicio que venderá el proyecto no siempre corresponde con lo que compra el consumidor. Por ejemplo, al evaluarse la construcción de un puerto para el embarque de la fruta de exportación, debía competirse con puertos que tenían tarifas imposibles de igualar. Sin embargo, la cercanía a los productores permitía cobrar más caro porque el cliente comparaba este costo con el ahorro en los fletes hacia los puertos alternativos; es decir, mientras el proyecto ofrecía el servicio portuario, el cliente compraba este, más un flete menor.

De igual manera es posible apreciar que muchos competidores potenciales de un proyecto han tenido una mayor demanda, derivada de algún complemento promocional al producto, por ejemplo, un envase que permite un uso posterior, un regalo por la compra de un producto o muchos tamaños opcionales para un mismo bien. Si se observa una situación como esta, el proyecto probablemente deba considerar desembolsos especiales para ofrecer un producto competitivo con los disponibles en el mercado.

4.1.4. Estudio de mercado distribuidor

recuerde y reflexione

El **estudio de mercado distribuidor** es uno de los más relevantes cuando se trata de productos de alta cobertura geográfica y/o cuando se dispone de una cartera de productos dirigidos a diversos segmentos de mercado geográficamente dispersos.

Cuando se dan las concesiones anteriores se requiere de la participación de canales de distribución o grandes cadenas de *retail*, como supermercados, farmacias y tiendas de departamento, a fin de llegar al mercado consumidor final. De ser así, el estudio de mercado distribuidor cobra especial importancia por el efecto que esta intermediación tiene en la rentabilidad del proyecto. La posición dominante de los operadores del *retail* ha contribuido a que las condiciones económicas para el proveedor del canal sean más desfavorables. Las prácticas habituales consideran cuotas de incorporación, pago de publicidad del canal, entrega gratuita de productos, pago de tarifas por el uso de ubicaciones privilegiadas dentro del canal, premios por cumplimiento de metas de venta, mayores plazos de pago, restricciones al uso de *factoring* con terceros, etcétera, lo que inevitablemente repercutirá en la rentabilidad del proveedor del canal. Es por ello que para una correcta evaluación se requiere estudiar y analizar todos estos aspectos, los cuales también dependerán del grado de posición dominante que tenga el proveedor. Se analizará más en detalle este punto al abordar la estrategia de distribución.

4.1.5. El mercado externo

Existe un quinto mercado, que actúa de manera transversal a los anteriores: el **mercado externo**, que por sus características puede ser estudiado separadamente o inserto en los estudios anterio-

www.fullengineeringbook.blogspot.com

res. Recurrir a fuentes externas de abastecimiento de materias primas obliga a consideraciones y estudios especiales que se diferencian del abastecimiento en el mercado local. Por ejemplo, la demora en la recepción de la materia prima puede no compensar algunos ahorros de costo que se obtienen importándola; la calidad puede compensar menores precios internos; puede esperarse que el tipo de cambio y la política arancelaria suban y dejen de hacer conveniente la importación, etcétera. De igual manera, existen variables en los mercados competidor, distribuidor, consumidor y externos que deben estudiarse por su efecto esperado sobre las variables del proyecto.

Ninguno de estos mercados puede analizarse exclusivamente sobre la base de lo que ya existe. Siempre podrá haber proveedores que la competencia directa no haya tenido en cuenta, o competidores potenciales que hoy no lo son,[3] o nuevos sistemas de distribución no utilizados, e incluso mercados consumidores no cubiertos hasta el momento.

Un ejemplo es el caso de la fabricación de redes de pesca industriales en Chile, importadas hasta la fecha de Corea. Si bien las redes nacionales iban a tener un costo mayor, este se compensaba con la posibilidad que daba a las compañías pesqueras tener un menor inventario gracias a la cercanía de la fuente proveedora. Con esto lograba reducir su inversión en capital de trabajo.

De los mercados anteriormente mencionados, el mercado consumidor es probablemente el que más tiempo requiere para su estudio. La complejidad del consumidor hace que se tornen imprescindibles varios estudios específicos sobre él, ya que así podrán definirse diversos efectos sobre la composición del flujo de caja del proyecto. Más de 95% de las decisiones que toma el ser humano son adoptadas de manera inconsciente; de ahí la importancia de comprender bien las motivaciones que condicionan su conducta. Los hábitos y las motivaciones de compra serán determinantes para definir tanto al consumidor real (el que toma la decisión de compra) como la estrategia comercial que deberá diseñarse para enfrentarlo en su papel de consumidor, ante la posible multiplicidad de alternativas en su decisión de compra. Es importante, además, definir las distintas categorías de consumidores, pues para cada uno de ellos deberá efectuarse un estudio en profundidad. Como se indicó en el diagrama del proyecto del parque zoológico, había tres tipos de consumidores muy distintos entre sí: los establecimientos educacionales, las empresas que organizan paseos de fines de año para sus empleados y el público en general, cada uno de ellos con necesidades distintas, donde necesariamente deberá desarrollarse una propuesta de valor diferente.

4.2. Objetivos del estudio de mercado

El objetivo del estudio de mercado es justamente establecer los efectos económicos derivados del diseño de las estrategias competitiva, comercial, de negocio y de implementación, diseñadas en función del levantamiento de información del estudio de mercado.

Una vez analizado el estudio de mercado competidor y consumidor, se dispone de la información suficiente para determinar la **estrategia competitiva**, es decir, para definir el conjunto de atributos que caracterizan la propuesta de valor. Luego, en función de ella se tangibiliza o se aterriza, mediante el desarrollo de la **estrategia comercial**, donde es indispensable, además, el estudio de mercado distribuidor, ya que la estrategia comercial requiere, además de la definición de la experiencia del usuario, la estrategia de precios y la estrategia de promoción y publicidad, definir la estrategia de distribución, para lo cual será indispensable disponer del estudio de mercado distribuidor. Junto con ello, deberá definirse la forma en la que el proyecto se relacionará comercialmente con cada uno de los agentes directos, como es el caso de los canales de distri-

[3] En el proyecto de las pectinas, lo más aconsejable sería que los fabricantes de aceites esenciales se instalaran en la fábrica de pectina, ya que ellos tendrían el monopolio de la materia prima (y gratis), obligando a cualquier competidor a adquirir el limón fresco como sustituto, sin ninguna opción de competir debido a la diferencia de costos que se produciría.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

bución y los proveedores, donde el diseño de la **estrategia de negocio** cobra especial importancia. Por último, la **estrategia de implementación**, es decir, la planificación de las etapas de implementación y desarrollo, y en particular los efectos económicos derivados de dichas etapas, también constituye uno de los aspectos que deben definirse en el estudio de mercado.

Las variables que se señalaron para cada uno de los mercados definidos adquieren mucha más importancia cuando lo que se busca es la implantación del proyecto. Sin embargo, para fines de la preparación del proyecto, el estudio de cada una de esas variables va dirigido principalmente a la recopilación de la información de carácter económico que repercuta en la composición del flujo de caja del proyecto.

Así, por ejemplo, muchas veces el estudio de la promoción puede reducirse a calcular el costo de una inversión razonable en ella, más que abarcar la determinación exacta del sistema promocional. Una manera usual de obtener esta información es mediante la solicitud de una cotización a una empresa publicitaria especializada, una vez definida la estrategia. En este caso, el procedimiento se justifica, ya que el objetivo es cuantificar el monto de la inversión inicial de este ítem para poder incluirlo en el flujo de caja. Distinto habría sido si el objetivo fuera la implementación, ya que para fines operativos se necesitaría conocer el programa promocional. Obviamente, en muchos casos será imprescindible diseñar la **estrategia promocional** para cuantificar su costo. Sin embargo, esto se hará con el fin de determinar el monto de la inversión y no porque se desee conocer la estrategia por sí misma.

Planteado el **objetivo del estudio de mercado** como la reunión de antecedentes para determinar su influencia en el flujo de caja, cada actividad del mismo deberá justificarse por proveer información para calcular algún ítem de inversión, de costo de operación o de ingreso. Sin embargo, ello solo es posible una vez que se hayan diseñado las distintas estrategias para el proyecto.

Como se verá con detalle en el capítulo 12, todos los desembolsos que se realicen previamente a la puesta en marcha del proyecto serán considerados como parte de la inversión inicial. En este sentido, la promoción constituye uno de los más claros ejemplos de un ítem de inversión que el estudio de mercado debe definir. Otros casos usuales son la determinación del número de locales de venta al público, su mobiliario, letreros y todo tipo de equipamiento o embellecimiento y terminaciones que condicionen la imagen corporativa de la empresa. Igual efecto deberá tener respecto a las oficinas de atención al público, vehículos de reparto, diseño de las páginas web, de Facebook y de Twitter, así como cualquiera otra variable que involucre la imagen tanto del producto como de la empresa.

La **publicidad**, que a diferencia de la **promoción** tiene un carácter más permanente y de tipo recordatorio de un mensaje, no constituye una inversión, sino un gasto de operación. También para esto puede recurrirse a la cotización de una empresa de publicidad que entregue información respecto al costo de la campaña, más que acerca de sus características. Otros antecedentes de costos de operación que debe proveer el estudio de mercado son los de las materias primas y sus condiciones de pago, los de la distribución de los productos, de las comisiones a los vendedores y cualquier otro aspecto que se relacione con alguno de los mercados.

Quizás es en los ingresos donde este estudio tiene mayor importancia. La viabilidad o no de un proyecto reside principalmente en el mercado consumidor, que será el que decida la adquisición del producto que genere la empresa creada por el proyecto. En este sentido, el estudio del consumidor requiere el máximo esfuerzo para determinar la existencia de una demanda real para el producto en términos de su precio, volumen y periodicidad, en un lugar y tiempo determinados.

La necesidad de estimar de mejor forma la cuantía de los ingresos y desembolsos proyectados obliga, además, a investigar las condiciones crediticias en las que el consumidor está dispuesto a comprar.

4.3. Etapas del estudio de mercado

Aunque existen diversas maneras de definir el proceso de estudio de mercado, la más simple es aquella que está en función del carácter cronológico de la información que se analiza. De acuerdo con esto, se definirán tres etapas: a) un **análisis histórico del mercado**, b) un **análisis de la situación vigente** y c) un **análisis de la situación proyectada**. De manera complementaria, el proceso también puede definirse transversalmente, es decir, efectuando un análisis cronológico a submerca-

www.fullengineeringbook.blogspot.com

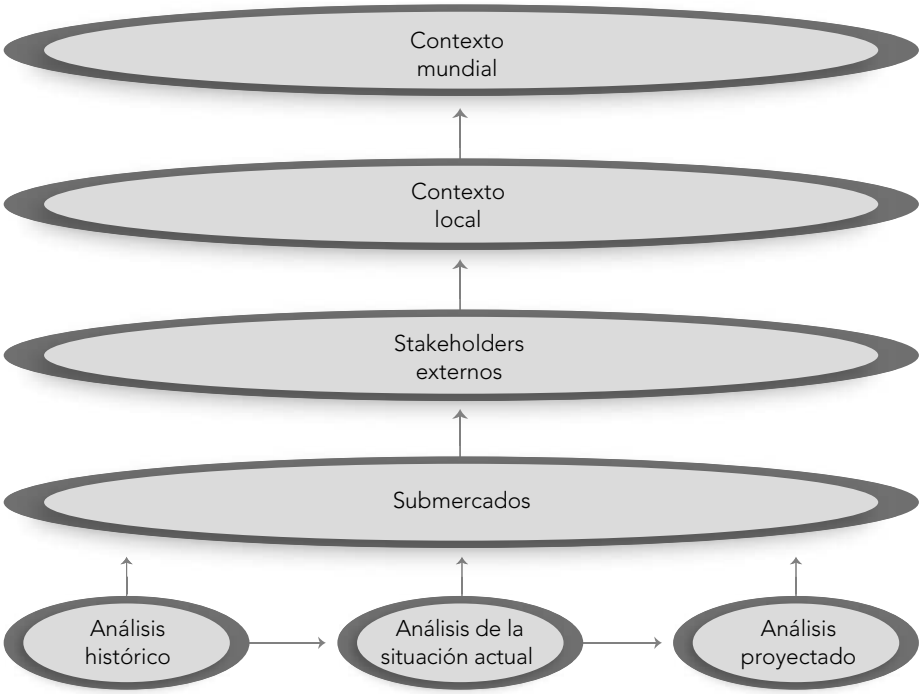


Figura 4.3 Etapas del estudio de mercado.

dos, *stakeholders* externos, contexto local y contexto internacional, es decir, de lo micro a lo macro, de manera que pueda disponerse de una visión integral del mercado a fin de entender su comportamiento en cada uno de los distintos ámbitos.[4]

El análisis de la situación histórica tiene como objetivo recolectar información cuantitativa para hacer las proyecciones estadísticas que se explican en el próximo capítulo.

La importancia de reconocer una relación de causa-efecto en los resultados de la gestión comercial reside en que la experiencia de otros puede evitar que se cometan los mismos errores que ellos cometieron y, por el contrario, repetir o imitar las acciones que les produjeron beneficios.

Cuando muchas empresas se han introducido en el negocio que se está evaluando, y muchos han sido fracasos y quiebras, es importante conocer sus causas ya sean por medidas gubernamentales sobre el sector, las estrategias comerciales y los resultados logrados por las actuales empresas potencialmente competidoras del proyecto, la lealtad de los consumidores o las variables que indujeron cambios en sus motivaciones y hábitos de consumo son, entre muchos otros, factores que explican el pasado y que probablemente proyectarán gran parte del futuro. Normalmente, estos antecedentes serán los que, unidos a una proyección basada en datos estadísticos del pasado, permitirán la estimación más adecuada —que de ninguna manera garantiza su realismo y exactitud— de la variable que desea pronosticarse.

En este estudio será de suma importancia conocer, entre otras: la participación que han tenido las empresas en el mercado, las características y la evolución de la oferta de productos similares y sustitutos del que se elaborará con el proyecto, así como la composición y la evolución de la demanda. Para cada uno de estos aspectos, llegar a explicar la relación de causa-efecto que determinó las variaciones en el pasado debe ser un objetivo prioritario, a pesar de las dificultades que necesariamente se presentarán en su determinación.

El estudio de la situación vigente es importante porque es la base de cualquier predicción. Sin embargo, hay que tener en cuenta que por estar en permanente evolución, cualquier estudio de la situación actual puede tener cambios sustanciales cuando el proyecto se esté implementando. En muchos estudios de perfil o de prefactibilidad, se opta por usar la información cuantitativa vigente como constante a futuro, en consideración de que el costo de depuración de una

[4] Para mayor detalle del contenido de cada uno de estos ámbitos, ver el capítulo 2.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

cifra proyectada normalmente no es compensado con los beneficios que brinda la calidad de la información.

De acuerdo con lo señalado, el estudio de la situación futura es el más importante para evaluar el proyecto. Sin embargo, aquí también es preciso hacer una salvedad: las informaciones histórica y vigente permiten proyectar una situación suponiendo el mantenimiento de un orden de cosas que con la sola implementación del proyecto debería modificarse. Esto obliga a que en la situación proyectada se diferencie la situación futura sin el proyecto de la existente con su participación.

Por ejemplo, al estudiar la viabilidad de la construcción y operación de un hotel en una zona determinada, fácilmente pueden recopilarse y estudiarse las informaciones histórica y vigente para proyectar la demanda futura de habitaciones de hotel. En este caso, se planifica la situación sin el proyecto. No obstante, la estrategia comercial diseñada para el proyecto puede no estar dirigida a quitarles consumidores a otros hoteles de la zona (con lo que la demanda total se mantendría constante), sino a incentivar el turismo y, por esta vía, incrementar la demanda total.

Otro caso es el de un proyecto para construir un gran centro comercial en una zona donde la demanda actual superaba a la oferta. Si bien el proyecto era muy atractivo con esas condiciones, se desistió de ponerlo en práctica al detectarse que, aun cuando no se iniciaba la construcción, se habían otorgado tantos permisos municipales que hacían que el proyecto dejara de ser atractivo si se tenía en cuenta las condiciones potenciales de competencia que estarían vigentes cuando el centro comercial estuviera listo para su venta.

Las tres etapas analizadas deben realizarse para identificar y proyectar todos los mercados. La participación que pueda lograr el proyecto estará determinada en gran parte por la reacción del consumidor y por la estrategia comercial que siga la empresa. Los dos apartados siguientes analizan estos aspectos.

4.4. Estrategia comercial

La **estrategia comercial** que se defina para el proyecto deberá basarse en cuatro decisiones fundamentales que influyen individual y globalmente en la composición del flujo de caja del proyecto. Tales decisiones se refieren a las estrategias de: producto, precio, promoción y distribución. Cada uno de estos elementos estará condicionado, en parte, por los tres restantes. Así, por ejemplo, el precio, la promoción y los canales de distribución seleccionados dependerán directamente de las características del producto. La estrategia comercial es la tangibilización de la estrategia competitiva. Cómo alcanzar esa propuesta de valor es lo que se define en detalle mediante la estrategia comercial.

La estrategia comercial se define para un determinado segmento de usuarios; en este sentido, en un proyecto que considera diversos segmentos simultáneos —como en nuestro ejemplo del nuevo zoológico para Santiago de Chile, que está dirigido a colegios, empresas y público en general— deberá definirse una estrategia comercial para cada segmento. El precio, por ejemplo, y cada una de las subestrategias que la conforman, serán diferentes para cada segmento.

A diferencia del estudio técnico, el de mercado deberá marcar no solo las especificaciones técnicas de un producto, sino todos los atributos del mismo: tamaño, diseño, marca, posicionamiento, tipo de envase y otros a los que se hará referencia más adelante.

Al evaluar un proyecto, el comportamiento esperado de las ventas se constituye en una de las variables más importantes en la composición del flujo de caja.

recuerde y reflexione

Cuando se estudia el producto en el conjunto de la estrategia comercial, el concepto de **ciclo de vida del producto** (CVP) ayuda a identificar parte de ese comportamiento esperado.

Pocos son los productos que recién lanzados al mercado alcanzan un nivel constante de ventas, porque ellos mismos o sus marcas son nuevos. En la mayoría de los casos se reconoce

www.fullengineeringbook.blogspot.com

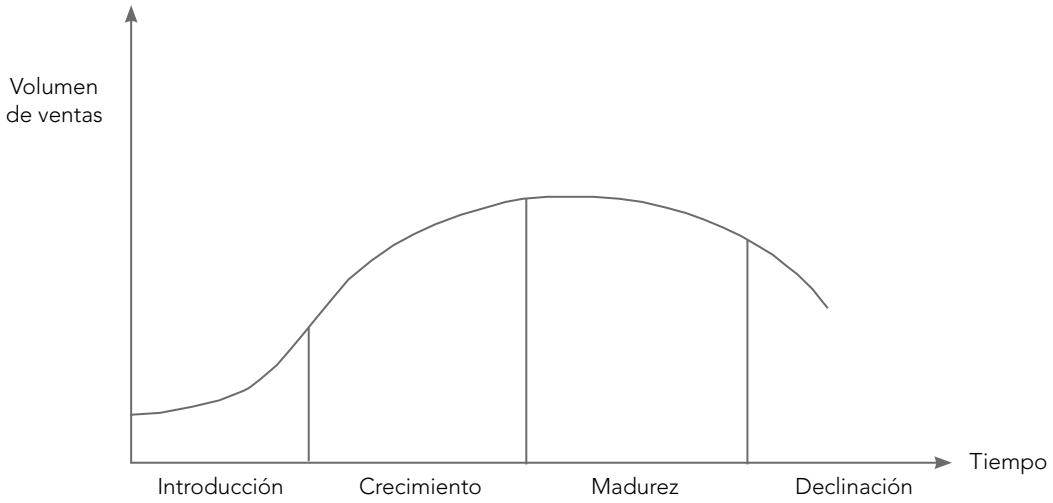


Figura 4.4 Ciclo de vida del producto.

un comportamiento variable que responde aproximadamente a un proceso de cuatro etapas: introducción, crecimiento, madurez y declinación (ver figura 4.4). Justamente por esta razón, parte del proceso de estimación de demanda debe considerar una velocidad de penetración, es decir, establecer el tiempo que el producto o servicio demorará en llegar a régimen o maduración.

En la etapa de introducción, las ventas se incrementan levemente, mientras que el producto se hace conocido, la marca obtiene prestigio o se impone la moda. Si el producto es aceptado, se produce un crecimiento rápido de las ventas, las que, en su etapa de madurez, se estabilizan para llegar a una etapa de declinación en la cual las ventas disminuyen rápidamente. El tiempo que demore el proceso y la forma que adopte la curva dependerán de cada producto y de la estrategia global que se siga en cada proyecto en particular. La importancia de intentar determinar el ciclo de vida de un producto se manifiesta al considerar que el nivel de ventas afectará directamente al momento de recepción de los ingresos, e indirectamente a los desembolsos, ya que el programa de producción deberá responder a las posibilidades reales de vender el producto.

Si bien la determinación del ciclo de vida de un producto es una tarea compleja y con resultados no siempre confiables, es posible intentar una aproximación basándose en la evolución de las ventas de otros productos de la industria o de artículos similares en otras regiones o países.

Es importante diferenciar ciclo de vida del producto de **ciclo de vida del proyecto**. Si el proyecto pretende lanzar una nueva marca de pastas, se trata de la introducción de una nueva marca en un mercado maduro; sin embargo, si se trata de un producto o servicio de innovación, el ciclo del proyecto coincide con el ciclo del producto. En este sentido, es importante y relevante hacer la distinción, pues cuando se habla de introducción del CVP se refiere al ciclo de vida del producto o servicio y no al proyecto.

Cabe señalar que en cada una de las etapas del ciclo de vida del producto, cada una de sus subestrategias o cuatro "Ps" desempeña un rol protagónico diferente. En la etapa de introducción, el rol protagónico lo desempeña la estrategia de producto, pues al lanzar un concepto nuevo e innovador, si este no cumple con las expectativas esperadas, de nada sirve proporcionarlo o comercializarlo con precios atractivos; por lo tanto, una vez que el producto comprobó ser bueno y pasa a su etapa de crecimiento y desarrollo, entonces la subestrategia que desempeña un rol protagónico es la de promoción y publicidad, pues justamente lo que se busca en esta etapa es generar mayor penetración y abarcar más segmentos de mercado. Una vez que el producto se masifica y, por consiguiente, entran nuevos competidores, entonces la estrategia que se hace más sensible es la de precio; por último, cuando el producto entra a su fase de declinación por obsolescencia, cuando se reinventa, o bien, cuando se deja morir, nuevamente la estrategia de producto desempeña un rol protagónico si la decisión de la empresa es la de continuar.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Como puede observarse, el diseño de la estrategia comercial es dinámico en el tiempo; por ello, cuando se evalúa un proyecto en el largo plazo, deberá tratar de pronosticarse este comportamiento.

La duración del ciclo de vida del producto (CVP) depende del tipo de producto de que se trate, por ejemplo, un producto tecnológico tiene una vida útil distinta a un proyecto de infraestructura portuaria; es posible que en una evaluación económica se proyecte más de un cambio de etapa en el CVP. Si ese fuese el caso, deberán considerarse tantos cambios en la estrategia comercial como etapas del CVP se consideren en el flujo de caja; por ello, es perfectamente posible que la evaluación considere más de un precio para el mismo producto.

Aunque el concepto del ciclo de vida de un producto puede criticarse fácilmente en función de que la heterogeneidad de los productos y entornos en los que se sitúan es muy grande, es un elemento útil en la preparación de proyectos, incluso en los términos más rudimentarios, castigar la estimación inicial de las ventas, reconociendo la lentitud de la etapa introductoria y así no sobrevaluar los resultados esperados del proyecto.

El resto de los atributos del producto requiere muchas veces un estudio bastante más exhaustivo.

La **marca**, por ejemplo, que además de un nombre es un signo, logotipo o cualquier forma de identificación, puede llegar a ser determinante en la aceptación del producto, ya que una marca difícil de pronunciar o que no represente una cualidad del producto, entre otras variables, puede provocar que no sea fácil de identificar y recordar, y, por lo tanto, que el consumidor potencial no la utilice. Sin embargo, más que el nombre de la marca, un aspecto muy relevante es el *branding* asociado a ella, pues esto determina los atributos por los cuales una marca logra asociarse y posicionarse, aspecto muchas veces tan o más relevante que el mismo producto. Al evaluador de proyectos, más que llegar a determinar la marca y su posicionamiento, le interesa el costo que una empresa especializada cobrará por el diseño de ella, por su logotipo y por la presentación en todos los medios de difusión y comunicación que contratará la empresa creadora del proyecto; por ejemplo, carteles, membretes en papel carta, sobres de correo, etcétera. Asimismo, será posible obtener, mediante cotizaciones, el costo de una campaña de introducción de la marca y su fijación en el medio, lo que más bien corresponde a una decisión relacionada con la promoción.

Como en el punto anterior, tan importante como la marca es definir el envase, dadas las repercusiones económicas que este tiene. Es fácil apreciar que el envase, además de su función original de proteger el producto, tiene hoy en día un objetivo principalmente promocional, que busca que se diferencie de otros productos por medio de su forma, color, texto del mensaje, tamaño o uso en los casos que corresponda.

Cada día son más los productos que se promocionan no tanto por sus especificaciones propias como por el uso que puede dársele a su envase una vez consumido el contenido. De igual manera, la variación de tamaños, como en el caso de las gaseosas, se vuelve imprescindible para abarcar los distintos segmentos del mercado. Cada uno de ellos deberá costearse, especialmente para determinar la conveniencia o no de introducirlo.

4.4.1. Estrategia de precios

> La determinación del precio es uno de los elementos más importantes de la estrategia comercial ya que será el que, junto con la demanda, defina el nivel de los ingresos.

El precio, al igual que el producto, debe analizarse en su sentido más amplio: las condiciones de crédito, el porcentaje de cobro al contado, el plazo del crédito, el monto de las cuotas, la tasa de interés implícita en estas, los descuentos por pronto pago o por volumen, etcétera. Tan importante son estas variables que solo una de ellas, como la tasa de interés implícita, puede hacer rentable un proyecto. Por ejemplo, si se determina que el segmento del mercado al que se quiere llegar está en condiciones de comprar si las cuotas son bajas y no se es sensible a la tasa de interés que se cobra por el crédito, la rentabilidad podría residir en el negocio financiero del

www.fullengineeringbook.blogspot.com

crédito, más que en el negocio comercial de la venta. Sin entrar a calificar esta posibilidad, lo más probable es que en ella se llegue incluso a desincentivar el pago al contado.

La definición del precio de venta debe conciliar diversas variables que influyen en el comportamiento del mercado. En primer lugar, se encuentra la demanda asociada con distintos niveles de precio; luego, los precios de la competencia para productos iguales y sustitutos y, por último, los costos.

La manera más simple de calcular un precio es adicionando un porcentaje a los costos unitarios totales, técnicamente denominado *mark up*. Para ello, se calcula un margen, ya sea sobre los precios o sobre los costos. En el primer caso, se calcula un porcentaje sobre el precio de venta desconocido, de la siguiente forma:

4.1 $$Pv = jPv + Cu$$

donde Pv es el precio de venta; j, el margen sobre el precio, y Cu, el costo unitario. Como el precio de venta se desconoce y tanto j como Cu son conocidos, la expresión 4.1 puede simplificarse de la siguiente manera:

4.2 $$Pv = \frac{Cu}{(1 - j)}$$

Para calcular un margen sobre los costos, se utiliza la expresión:

4.3 $$Pv = Cu + Cuh$$

donde h es el margen sobre los costos; esta expresión puede simplificarse como:

4.4 $$Pv = Cu\,(1 + h)$$

$$\frac{dU}{dP} = 210\,000 - 2.00P$$

Un modelo de determinación de precios basado exclusivamente en los costos se deduce en el análisis que se hace en el capítulo 7. En él se propondrá incluir todos los costos, sumando el del capital del inversionista y la recuperación de la inversión.

Un enfoque distinto para la determinación de precios es el basado en el valor percibido. Más allá de sustentarse en los costos como base de cálculo de precios, lo que se trata en este caso es de establecer el valor percibido por el usuario. Por ejemplo, cuando se lanza un producto al mercado que incorpora un grado de innovación tal que soluciona un problema altamente valorado por un grupo potencial de usuarios, las posibilidades de ofrecer el nuevo producto a un alto precio permitirán que aquellos demandantes impacientes de tenerlo estén dispuestos a pagar ese precio. Eso fue lo que ocurrió a fines de los años ochenta del siglo pasado con la aparición de la telefonía móvil. Un equipo, que prácticamente no tiene ninguna similitud con un *smartphone* costaba más de 3 500 dólares. Esto es lo que se denomina estrategia de descremamiento de precios. Sin embargo, si el valor percibido es bajo, pero la promesa de valor del producto es alta, puede aplicarse una estrategia de precios de penetración y, en la medida en la que el producto responda a las expectativas del usuario, entonces ir subiendo su valor paulatinamente.

Cuando existe competencia, los precios del competidor constituyen un referente para la determinación de precios, en particular cuando se trata de productos o servicios comoditizados, donde el grado de diferenciación es bajo. Sin embargo, cuando la propuesta de valor difiere de manera importante de la competencia, la fijación de precios basada en el valor percibido cobra especial importancia.

En ocasiones, cuando el mercado en el que operará el proyecto es regulado, como es el caso de la industria sanitaria o el de la distribución de energía, el precio no constituye una definición del preparador y evaluador de proyectos, sino que este se encuentra regulado. Para ello se utiliza la técnica de la tarificación a costo marginal de largo plazo, conocida también como **tarificación a VAN cero**, pues el precio que se obtiene con dicho cálculo es de compensación perfecta, ya que permite cubrir los costos de operación, recuperar la inversión y obtener la rentabilidad exigida de acuerdo con el nivel de riesgo asumido. En este sentido, el concepto de empresa

www.fullengineeringbook.blogspot.com

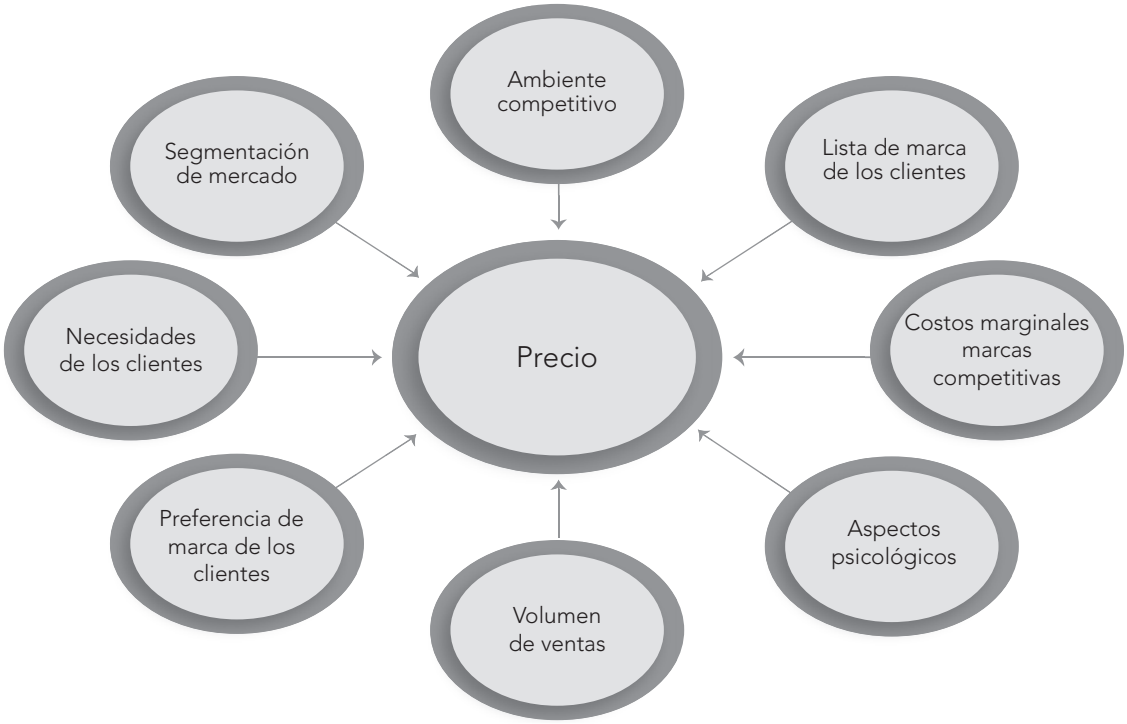


Figura 4.5 Factores que determinan el precio.

modelo cobra especial interés, pues al tarificar a VAN cero, existen los incentivos a la ineficiencia, ya que mientras más costos se incorporen al modelo, más tarifa se requiere para alcanzar la condición de equilibrio; por lo anterior, lo que se tarifica es la simulación de una empresa operando en condiciones de competencia perfecta.

recuerde y reflexione

Como puede deducirse, son una multiplicidad de variables las que intervienen en la determinación del precio, las que en ningún caso son excluyentes, sino complementarias, a la hora de analizar la estrategia de precios. La figura 4.5 muestra los distintos factores que influyen en la determinación del precio.

Como puede observarse en la figura 4.5, son ocho los factores que influyen en la determinación del precio.

1. El ambiente competitivo se refiere al nivel de competencia que existe en una determinada industria, así, mientras mayor sea el número de competidores, menor será el espacio para lograr mejores precios.
2. En segundo orden está la lista de marcas de los clientes. Las marcas mejor posicionadas tienen mayor espacio para lograr mejores precios, pues la asociación de atributos positivos generan mayor confianza al usuario.
3. Los costos marginales asociados con la fabricación del producto o prestación del servicio también afectan la definición de precios pues mientras mayores sean los costos de inversión, operación y capital, mayor será el precio de compensación.
4. Los aspectos psicológicos también desempeñan un rol importante en la definición de precios. Cuando el estudio de mercado consumidor logra determinar las valorizaciones y motivaciones de un determinado segmento y se desarrolla toda la campaña de *branding* que asocie al producto o servicio con dichos valores, los espacios para lograr precios más altos son mayores.
5. El volumen de ventas tiene relación con las economías de escala y la oferta. Mientras mayor sea el volumen de ventas, los costos unitarios disminuyen, generando más espacio para

www.fullengineeringbook.blogspot.com

reducciones de precio y por otra parte la mayor oferta hace que la escasez relativa disminuya y por lo tanto la valoración del consumidor sea menor.
6. La preferencia de marca de los clientes es otro de los aspectos que influyen en la determinación de precios. Cuando la relación del producto con el cliente se basa en aspectos asociados a calidad, seguridad, respaldo y confianza, por nombrar algunos, existen mayores espacios para lograr precios más altos.
7. La necesidad de los clientes es otro de los aspectos importantes. Mientras mejor se adapte la propuesta de valor a las necesidades de los usuarios, mayor espacio habrá para lograr precios más altos.
8. Finalmente, la segmentación de mercado apunta a orientar productos y servicios específicos a cada segmento. El diseño de productos diferenciados permite satisfacer, de manera más efectiva, las necesidades de cada segmento pudiendo así lograr mayores espacios para disponer de mejores precios.

4.4.2. Estrategia de distribución

concepto clave

Estudio de los canales de distribución: determina en gran medida el alcance de la demanda.

El **estudio de los canales de distribución** también tiene importancia al definir la estrategia comercial, pues determina en gran medida el alcance de la demanda. Como se mencionó anteriormente, cuando se trata de productos de alta cobertura geográfica y dirigidos a diversos segmentos de mercado geográficamente dispersos, la utilización de canales de distribución para llegar a ellos es prácticamente indispensable. Si este es el caso, se requiere de la participación de grandes cadenas de *retail*, como supermercados, farmacias y tiendas departamentales. Con este esquema, el estudio de mercado distribuidor cobra especial importancia por el efecto económico que esta intermediación genera en la rentabilidad del proyecto.

El nivel de concentración de esta industria ha sido tan alto que la posición competitiva del canal ha aumentado considerablemente, en desmedro de quien lo abastece. Hoy en día, existe una serie de prácticas de los canales de distribución que afectan y atentan directamente contra la rentabilidad de quien los abastece. Los costos asociados a las cuotas de incorporación a un determinado canal, las políticas asociadas al rebase —es decir, premios por cumplimiento de metas de venta—, los costos logísticos traspasados al proveedor del canal, la obligatoriedad de participar en los catálogos promocionales del canal, los pagos efectuados a los reponedores de mercadería, el aumento de plazos de pago de parte del canal, los costos asociados a la devolución de productos, el cobro por almacenaje y los costos adicionales por promoción del mismo canal han hecho que la intermediación a través de canales sea poco atractiva para las empresas.

recuerde y reflexione

Por ello, muchas empresas y proyectos diseñan estrategias de distribución mixtas, donde se complementa con canales potencialmente más atractivos, como clientes institucionales, desarrollo de plataformas *e-commerce* e instalación de tiendas propias. La decisión de esta mixtura de opciones constituye el desarrollo de la estrategia de distribución.

Es recomendable que un proyecto que considere la existencia de canales paralelos, por ejemplo, venta a multitiendas con existencia de tiendas propias o plataformas *e-commerce*, deberá concebirse como negocios distintos pertenecientes a un mismo grupo o *holding*, en cuyo caso deberán evaluarse como proyectos paralelos, respetando los precios de transferencia entre el negocio mayorista y el minorista.

4.4.3. Estrategia de promoción y publicidad

La definición de la estrategia de promoción también requiere un estudio complejo que, para los fines que persigue el preparador y evaluador de proyectos, muchas veces se obvia con una cotización solicitada a una empresa especialista. No obstante, para su cotización, es necesario tener definido, al menos preliminarmente, la estructura de la **estrategia de promoción y publicidad** en términos de la fuente emisora del mensaje, el contenido del mismo, la estrategia de medios

www.fullengineeringbook.blogspot.com

—televisión, revistas, periódicos, internet, paletas publicitarias, etcétera— y, por último, la audiencia objetivo del mensaje. En otros casos, el estudio de la promoción debe ser realizado por el responsable del estudio de mercado. Si así es, no debe olvidarse que el objetivo es cuantificar su costo, más que definir el sistema en sí.

Es importante diferenciar la **inversión publicitaria** del **gasto publicitario**. Mientras la primera se refiere a toda la gestión inicial que se realiza para dar a conocer el producto, la marca y posicionarlo, el segundo se refiere a la gestión permanente que realiza la empresa para recordar y mantener la posición del producto en el mercado, una vez que se haya alcanzado lo primero. Ambos desembolsos de caja tienen diferente comportamiento en el flujo proyectado, pues mientras la inversión representa un activo amortizable, el gasto constituye un egreso operacional permanente.

recuerde y reflexione

Al igual que la distribución, cada alternativa de promoción lleva asociados costos y beneficios diferentes que deben, en todos los casos, compararse para elegir la mejor de las alternativas.

La determinación del costo en publicidad es relativamente menos compleja que el cálculo del monto de la inversión en promoción, debido a que existen ciertos indicadores de gastos por industrias que pueden utilizarse, principalmente en los estudios de prefactibilidad. Uno de los métodos más usados es el de definir un porcentaje sobre las ventas esperadas.

4.4.4. Estrategia de producto

La definición de la **estrategia de producto** es un aspecto fundamental para cuantificar los costos de inversión y operación derivados de la experiencia que se quiera entregar al usuario con el uso del producto o servicio. Sin embargo, definir producto es bastante más complejo que pensar únicamente en sus atributos tangibles; involucra una definición transversal que implica finalmente detallar la experiencia que pretende contarse a un grupo de usuarios. La experiencia está condicionada por un conjunto de elementos y atributos más allá de lo tangible; consiste en

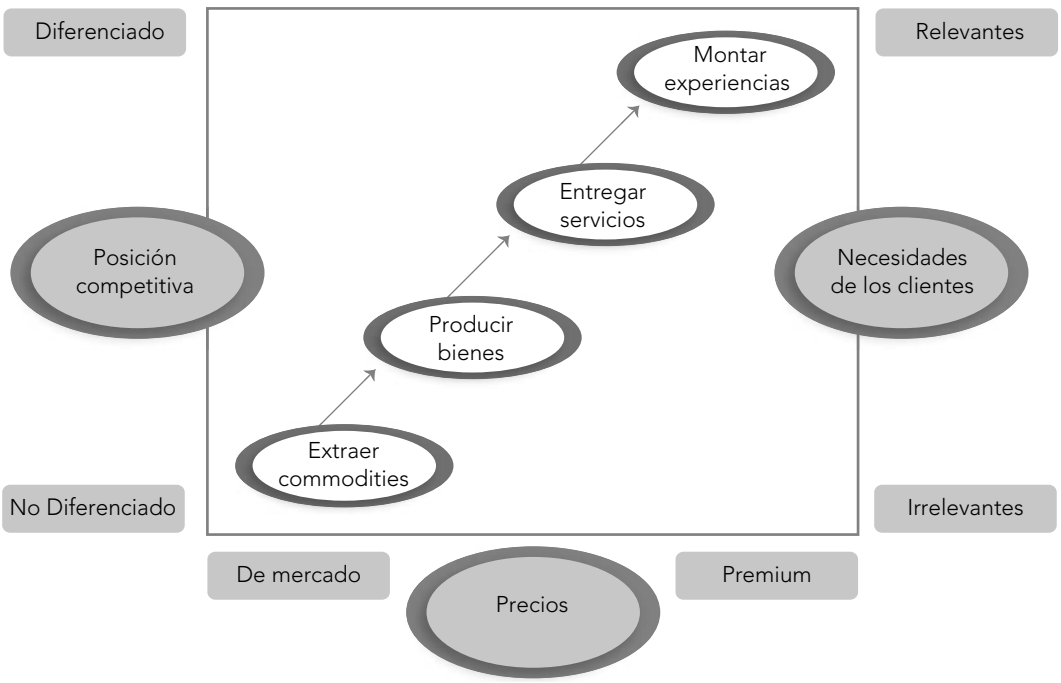


Figura 4.6 Progresión del valor.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

pensar en los cinco sentidos: vista, olfato, audición, sabor y tacto, lo que significa definir aspectos relacionados con diseño, decoración, iluminación, musicalización, etcétera, de manera que se genere una coherencia conceptual que se transforme en experiencia única para el usuario.

Hoy en día, con el nivel de competitividad que existe en prácticamente todas las industrias, la diferenciación se logra con un montaje de experiencia única; por ello la importancia de la definición de una estrategia competitiva innovadora, donde la estrategia de producto tangibiliza la propuesta de valor definida en ella.

Al observar la figura 4.6 se percibe cómo ha ido evolucionando la propuesta de valor al usuario. Cuando la posición competitiva era baja o nula, el enfoque al cliente era prácticamente inexistente, pues se vendía lo que se fabricaba. Sin embargo, en la medida que la posición competitiva aumentaba con la presencia de más empresas competidoras, la necesidad de los clientes iba en aumento logrando no solo productos diferenciados sino complementados con servicios. Actualmente los niveles de competitividad son tan altos, que el enfoque de las empresas al usuario es la base del diseño de la estrategia competitiva. Es por ello que las empresas más que hablar de productos se refieren a la experiencia que se desea lograr cuando el usuario interactúa con el producto, donde los cinco sentidos cobran importancia: vista, tacto, olfato, oído y gusto.

4.5. Análisis del medio

Tal como se analizó en el capítulo 2, la definición de cualquier estrategia, ya sea competitiva, comercial, de negocio o de implementación, requiere dos análisis complementarios: uno, de los distintos mercados del proyecto; otro, de las **variables externas** que influyen sobre el comportamiento de esos mercados.

recuerde y reflexione

Al estudiar las variables externas, que son, en la generalidad de los casos, incontrolables por una empresa, debe reconocerse seis factores que, si se evalúan bien, permitirán detectar las amenazas, las oportunidades y los aliados del medio. Dichos factores son: económicos, socioculturales, tecnológicos, ambientales, regulatorios y político-legales.

El comportamiento que los distintos agentes económicos del mercado sigan en un momento dado dependerá de la composición de estos factores. La evolución independiente de cada uno de ellos hace muy compleja la tarea de pronosticar su comportamiento y sus efectos sobre una determinada estrategia del proyecto, de los competidores, consumidores, proveedores y canales de distribución. De ahí la importancia de los **análisis de sensibilidad** que se verán más adelante.

Cualquier decisión respecto de las distintas estrategias del proyecto se verá influida directamente por las decisiones gubernamentales sobre una determinada política económica. Así, por ejemplo, una política de tipo de cambio bajo podrá abaratar los costos de las materias primas y de bienes de capital importados, pero también incentivará la importación de productos similares competitivos, al mismo tiempo que desincentivará la exportación. De igual manera, un alza en los aranceles permitirá que empresas no rentables puedan serlo al subir los precios competitivos de productos similares en el mercado nacional. Sin embargo, si estos no son objeto de discriminación, también subirá el costo de los insumos importados.

Los efectos de la política económica sobre empleo, niveles de ingreso, sectores prioritarios del desarrollo, incentivos a la producción de determinados bienes, fijación de precios para determinados productos, comercio exterior y otros, así como el efecto de estos sobre la demanda, son claramente identificables. El problema para el preparador de proyectos se centra en el pronóstico de los efectos, ya que las decisiones sobre política económica son, como su nombre lo indica, decisiones de estrategia política que siguen una dirección determinada por la autoridad. Esto último, sin embargo, no exime al preparador de la obligación de considerarla, ya que, como se analizó en el capítulo anterior, una política económica determinada caracteriza el entorno de mediano plazo en el que debe desarrollarse un proyecto.

Tan importante como lo señalado acerca de la política económica es el factor sociocultural, que se refiere a la manera en la que hacemos, vemos, usamos y juzgamos las cosas, lo cual varía

www.fullengineeringbook.blogspot.com

de una sociedad a otra. La cultura está cambiando a una velocidad mucho más vertiginosa que antes. Como indican Stanton, Etzel y Walker,[5] "nuestros patrones socioculturales, estilos de vida, valores y creencias están cambiando mucho más rápido de lo que solían hacerlo". Los cambios culturales de una sociedad, que se producen rápidamente con el desarrollo de los medios de comunicación, hacen imprescindible su análisis en este contexto a fin de identificar los efectos que una determinada estrategia comercial tendrá sobre el mercado.

4.5.1. Algunas sugerencias significativas para el evaluador

Los hábitos de consumo y las motivaciones de compra están determinados en gran parte por el nivel cultural. Asimismo, para que una campaña promocional y publicitaria sea realmente efectiva, su receptividad tiene que estar acorde con el nivel cultural del segmento del mercado al que se quiere llegar.

La composición de clases sociales en un país y el estilo de vida que las caracteriza serán fundamentales en la definición del producto y de la experiencia, así como en su promoción y precio.

El cambio tecnológico, que avanza a una velocidad creciente, puede convertirse en un factor de apoyo a un proyecto si este puede usufructuarlo, o bien, en una amenaza si dicho cambio tecnológico no está al alcance del proyecto. Muchas decisiones sobre productos quedan condicionadas al avance de la tecnología, que puede dejar técnicamente obsoleto a uno de ellos si se logra el desarrollo de un sustituto de mejor calidad, menor costo o mayor rendimiento.

Las dificultades de predecir el comportamiento de este factor, a diferencia de los anteriores, residen en la rigurosa confidencialidad con la que se realiza la investigación tecnológica, así como en el celo en guardar la información resultante para beneficio propio, dadas las grandes ventajas competitivas que permite poseer un producto resultante del avance tecnológico.

El medio político y legal condiciona el comportamiento de todo un sistema, que abarca desde lo económico hasta lo social y que tiene relación con la opinión, la confianza y la formación de expectativas en grado diferente para cada agente del mercado.

Suele ocurrir que ante situaciones de expectativas de cambio en la conducción política de un país, los procesos de inversiones disminuyen sustancialmente. La generación del proyecto de inversión tiende a decaer hasta conocerse el resultado del cambio político y las directrices que el nuevo esquema puede determinar para la condición económica del país, así como también para los aspectos sociales, culturales y otros.

En aquellos países en los que el cambio político que se produce es de envergadura, el grado de incertidumbre de los agentes económicos es mayor, tal como ha ocurrido en las naciones del Medio Oriente, como Libia, Egipto y Túnez, con la Primavera Árabe. A diferencia de esta situación, puede señalarse que en economías desarrolladas (de gran estabilidad política), el cambio de partido político en el gobierno no tendrá repercusiones sustanciales en los procesos de inversión y elaboración de proyectos.

4.5.2. Contribución al FODA

conceptos claves

Amenazas del medio: todas las variables y características significativas del entorno externo al proyecto que pudieran tener algún efecto negativo.

Oportunidades del medio: todos los elementos favorables al proyecto.

Conocer el efecto que estos cuatro factores tienen sobre el mercado y sobre las propias estrategias competitiva, comercial y de negocio que se definan es imprescindible para que el preparador del proyecto evalúe las amenazas, las oportunidades y los aliados que le determine el medio.

Las **amenazas del medio** son todas aquellas variables y características significativas del entorno externo al proyecto que pudieran tener algún efecto negativo; por ejemplo, las situaciones recesivas, el crecimiento de la competencia, un mayor grado de apertura al comercio exterior que permita vislumbrar la entrada masiva de productos competitivos a bajos precios, la incertidumbre política, etcétera. Lo anterior condiciona el grado de riesgo del proyecto y su nivel de exposición a este.

Las **oportunidades del medio** constituyen todos los elementos favorables al proyecto; por ejemplo, una política económica de desarrollo hacia adentro, la existencia de demanda insatis-

[5] William J. Stanton, Michael J. Etzel y Bruce J. Walker, *Fundamentos de marketing*, McGraw-Hill, 2007.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

fecha, los incentivos gubernamentales a la actividad del proyecto, las ventajas comparativas con el resto de la industria, la experiencia en la gestión de proyectos similares, etcétera.

Los **aliados del medio externo** son los agentes económicos que podrían estar interesados en el desarrollo del proyecto debido a las ventajas indirectas que este tendría para sus actividades: los mercados proveedores y distribuidores, que verían incrementadas sus posibilidades comerciales, y las autoridades municipales, que se interesarían en el desarrollo comunal que permitiría el proyecto, entre otros casos.

concepto clave

Aliados del medio externo: los agentes económicos que podrían estar interesados en el desarrollo del proyecto debido a las ventajas indirectas que este tendría para sus actividades.

4.6. La demanda de un producto

recuerde y reflexione

El **análisis de la demanda** constituye uno de los aspectos centrales del estudio de proyectos debido a la incidencia de ella en los resultados del negocio que se implementará con la aceptación del proyecto.

En este sentido, es importante distinguir la diferencia entre la demanda que tiene un producto en un determinado mercado de la demanda que tendrá el proyecto. Mientras la primera representa las cantidades demandadas en una unidad de tiempo determinada por un conjunto de consumidores en un área geográfica, la segunda representa cuántas de esas unidades consumidas en ese mercado serán provistas por el proyecto. De aquí nace entonces el concepto de **participación de mercado**, la que no se logra de manera inmediata, sino que requiere del desarrollo de una estrategia comercial que permita lograr dicha participación en el menor tiempo posible. Por ello, la velocidad de penetración cobra especial importancia en el estudio de demanda de un proyecto.

4.6.1. Estimación de la demanda

La **estimación de la demanda** parte de la definición del alcance geográfico del producto o servicio del proyecto que se estudia, pues no es lo mismo si un proyecto abarca una zona o región determinada, una suma de regiones o todo el país. De ahí la importancia de la **estrategia de desarrollo** del proyecto, pues en una primera instancia puede evaluarse introducir el producto en la zona central; en una etapa siguiente —por ejemplo, dos años más tarde— abarcar la zona norte; como tercera etapa, el país completo y, eventualmente, el comercio exterior. Obviamente, también puede partirse de manera integral desde el inicio, pero son justamente decisiones que deben definirse; no obstante, la evidencia ha demostrado que generalmente se trabaja en etapas que pueden concebirse como proyectos independientes.

Una vez establecidas las fronteras geográficas, debe dimensionarse el tamaño de mercado en dicha zona en función del número de personas, hogares o empresas, dependiendo de la génesis del producto. Dimensionado el tamaño de mercado, deberá procederse a su segmentación de acuerdo con ciertos hábitos de compra, deseos, formas en las que se usa el producto o servicio, o bien, en función de los motivos que inducen a comprarlo. Lo anterior significa dividir el mercado en varios grupos menores y homogéneos de acuerdo con variables demográficas y psicográficas preestablecidas.

Una vez cuantificado el mercado segmentado, deberá efectuarse un estudio de mercado más acucioso que permita determinar qué porcentaje de dicho mercado valora la propuesta de valor del proyecto y en qué circunstancias estaría dispuesto a cambiarse de marca o producto. Para ello existen diversas técnicas complementarias entre sí, como las basadas en la etnografía, encuestas de intención de compra y *focus group*, por nombrar las más relevantes. En el próximo capítulo desarrollaremos con más detalle cómo y cuándo aplicar estas técnicas.

Una vez determinado el porcentaje de usuarios del segmento objetivo que estaría dispuesto a consumir el producto, que de alguna manera representa la participación de mercado que eventualmente podría lograrse, hay que establecer la velocidad de penetración, pues desde que se lanza un nuevo producto o una nueva marca, se requiere un tiempo para que este llegue a régimen o maduración; por consiguiente, se requiere construir la curva de penetración.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

4.6.2. Factores que determinan el comportamiento de la demanda

recuerde y reflexione

De acuerdo con la teoría de la demanda, la cantidad demandada de un producto o servicio depende del precio que se le asigne, del ingreso de los consumidores, del precio de los bienes sustitutos o complementarios y de las preferencias del consumidor.

En términos generales, la cantidad demandada de un bien aumenta: si baja el precio del producto, aumenta el precio de los bienes sustitutos, se reduce el de los complementarios, aumenta el ingreso del consumidor e incrementan las preferencias del consumidor por ese producto.

En el estudio de la viabilidad de un proyecto es vital la definición adecuada de la naturaleza de la demanda del bien que se producirá, así como de las variables que la modifican y de la magnitud de la reacción ante cambios en ciertos parámetros que se consideren apropiados.

recuerde y reflexione

La teoría económica indica que la relación funcional entre precio y cantidad demandada es inversa, es decir, al subir el precio disminuye la cantidad demandada.

Los estudios económicos han sido determinantes en señalar la evidencia de esta relación para la gran mayoría de los bienes llamados "normales". Con otro tipo de bienes, la relación puede ser directa, como es el caso de los bienes de lujo o cuando el consumidor no es capaz de discriminar por calidad, pensando que "lo barato sale caro".

concepto clave

Elasticidad de la demanda o **elasticidad-precio**: el porcentaje en el que varía la cantidad demandada como consecuencia de los cambios porcentuales que se producen en el precio, manteniéndose constantes los valores de todas las demás variables de la función de demanda.

En todo proyecto es de importancia central conocer la magnitud de la reacción de la cantidad demandada ante un cambio en el precio; esto se conoce como la **elasticidad de la demanda** o **elasticidad-precio**, que se define como el porcentaje en el que varía la cantidad demandada como consecuencia de los cambios porcentuales que se producen en el precio, manteniéndose constantes los valores de todas las demás variables de la función de demanda.

La determinación de la elasticidad de la demanda o elasticidad-precio de la demanda permitirá cuantificar el cambio relativo en las cantidades vendidas ante una variación en los precios, y se mide como el cambio porcentual en la cantidad demandada dividido entre el cambio porcentual en el precio. En el capítulo 18, acerca del análisis de sensibilidad, puede estudiarse en profundidad el efecto de la elasticidad de una variable sobre el flujo de caja. Otro tanto ocurre con la **elasticidad-ingreso** de la demanda, en especial en los países con economías emergentes donde el ingreso de las personas ha crecido en forma significativa.

Un cambio en los gustos de los consumidores producirá un desplazamiento de la curva de demanda. Si aumenta la preferencia por el bien, los consumidores estarán dispuestos a comprar una cantidad mayor del producto. Si disminuye la preferencia por el bien, las cantidades que los consumidores estarán dispuestos a comprar son menores.

Por otra parte, existen productos que se caracterizan por tener una demanda pasajera; en un periodo están "de moda", pero posteriormente, al cambiar los gustos, dejan de ser demandados. En otros casos se produce un efecto similar por una alta rotación, derivada del avance tecnológico, que genera bienes sustitutos de mejor calidad. El evaluador del proyecto debe ser capaz de prever la longitud temporal de la demanda que está utilizando.

Asimismo, existen cambios seculares en los gustos, que pueden desplazar levemente, pero de manera continua, la curva de demanda. En este punto es importante que el producto tenga un cierto margen de flexibilidad que le permita adaptarse a los cambios en las preferencias de los consumidores, de manera que contrarreste esa tendencia.

En un país en crecimiento, el nivel de ingreso de los consumidores aumenta y, dentro de esta tendencia, los ingresos relativos de los distintos individuos sufren modificaciones. La manera como se distribuye este ingreso también tendrá influencias en la demanda. Por esta razón, el analista del proyecto debe examinar la tendencia esperada en el nivel de ingreso de los consumidores potenciales del bien.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Resumen

El estudio del mercado de un proyecto es uno de los más importantes y complejos de todos los que debe enfrentar el preparador del proyecto; incluso más que estudiar al consumidor para determinar el precio del producto y la cantidad que demandará. Para calcular los ingresos tendrán que analizarse los mercados: proveedor, competidor, distribuidor y consumidor. En algunos casos, por su importancia particular, deberá realizarse un estudio de mercado externo.

El estudio de mercado, al igual que el resto de los que se señalan en el texto, más que describir y proyectar los mercados relevantes para el proyecto, deberá proveer la información de ingresos y egresos que de él se deriven. Para cumplir su objetivo, el preparador y evaluador de proyectos deberá efectuar un estudio de mercado transversal, es decir, no solo considerando el pasado y la situación actual para proyectar, sino fundamentalmente analizar los diversos submercados que componen sus distintas relaciones, los grupos afectados, el entorno local y el contexto mundial. El levantamiento de toda esta información sentará las bases para el desarrollo de las distintas estrategias que requiere un proyecto, entendiéndose por ellas las estrategias competitiva, comercial, de negocio y de implementación o desarrollo.

El preparador de proyectos no deberá profundizar más allá de lo que este objetivo plantea. Si puede obviarse alguna investigación que se obtenga mediante una cotización para determinar, por ejemplo, el monto de la inversión en promoción, no tendrá sentido hacerla, ya que la información obtenida por este medio es generalmente de alta confiabilidad.

Aunque cada proyecto requerirá un estudio de mercado diferente, es posible generalizar un proceso que considere un estudio histórico tendiente a determinar una relación de causa-efecto entre las experiencias de otros y los resultados logrados; es decir, un estudio de la situación vigente que permita definirla y un estudio proyectado que considere la situación sin y con el proyecto, para concluir con el mercado particular que tendría la empresa creadora del proyecto y con la determinación de su estrategia comercial, ya que esta será en definitiva la que indique la composición de los costos.

Para esto será fundamental el estudio del consumidor, de sus hábitos y motivaciones de compra, de su nivel de ingreso y composición del gasto.

En la estrategia comercial deberán estudiarse cuatro variables principales: producto, precio, canales de distribución y promoción. El preparador de proyectos podrá obviar algunas decisiones sobre estas variables recurriendo a cotizaciones. Sin embargo, la participación de este estudio en la determinación del precio es preponderante, ya que al ser el mercado el que determine en último término la validez del proyecto, deberá analizarse el precio al cual estará dispuesto a comprar el consumidor, los precios que ofrece la competencia por productos similares o sustitutos y los márgenes que exigen los distintos agentes del mercado distribuidor.

Preguntas y problemas

1. Analice el concepto de mercado de un proyecto y explique las interrelaciones entre sus componentes.
2. Describa los alcances del estudio del mercado competidor.
3. Explique los objetivos del estudio de mercado y la manera en la que debe abordarse. Dé ejemplos de la repercusión de la composición del flujo de caja del proyecto.
4. Describa y analice las etapas de un estudio de proyectos.
5. A su juicio, ¿qué variables deben considerarse al estudiar el mercado consumidor de viviendas?
6. Explique los alcances del producto en el estudio de mercado.
7. Explique el concepto de ciclo de vida de un producto y dé ejemplos de productos cuyo ciclo sea notoriamente diferente.
8. Si el costo unitario (*Cu*) de un producto es de $100, ¿cuál sería el precio de venta si el criterio es calcular un margen de 25% sobre los costos? ¿A cuánto equivale este margen si se desea expresarlo en términos de precio?
9. ¿Cómo afecta la existencia de canales de distribución en la rentabilidad de un proyecto?

www.fullengineeringbook.blogspot.com

10. Describa la metodología de evaluación cuando la estrategia de distribución utiliza canales mixtos.
11. Identifique las principales variables de ingreso y egreso que se derivan del estudio de los canales de distribución.
12. Explique las principales limitantes que tiene el preparador del proyecto para determinar la alternativa de promoción y publicidad más adecuada, así como los efectos de ambas sobre la composición del flujo de caja.
13. Señale las principales variables que consideraría al estudiar el mercado de un proyecto de harina de papas para reemplazar, en parte, la harina de trigo en la fabricación de pan.
14. Explique los principales factores que determinan la fijación de precios.
15. ¿Es posible que un proyecto pueda plantear justificadamente que su producto, con calidades inferiores a las de la competencia, tenga mayor demanda?
16. Uno de los mercados importantes por estudiar es el competidor. Indique en qué casos este estudio puede tener mayor importancia.

Comente las siguientes afirmaciones:

a) No necesito contratar el estudio de mercado a fin de evaluar correctamente mi proyecto de fabricación de envases de aluminio para conservas de alimentos, ya que toda la producción la usaré en mi propia empresa conservera.
b) En estudios de perfil es posible recurrir a métodos subjetivos de proyección de la demanda, pero mientras más acabado sea el nivel exigido, más deberá optarse por métodos estadístico-matemáticos para hacer la proyección.
c) Aunque hay varios aspectos por investigar en el estudio de mercado de un proyecto, el factor que debe estudiarse con más profundidad es la demanda esperada.
d) No puede llevarse a cabo el estudio de mercado de un proyecto que se investiga en el ámbito de prefactibilidad si no puede visitarse el lugar donde se supone que existe la demanda para el producto que se elaboraría.
e) No es viable comercialmente un proyecto que enfrenta un mercado dominado por un productor que ofrece un precio menor que el que puede ofrecerse con el proyecto.
f) Si la demanda del producto que elaborará el proyecto está garantizada, entonces no existe el problema de tener que investigar el mercado competidor.
g) El objetivo del estudio de mercado es conocer las características y el perfil del consumidor, entre otros aspectos. Ello nos permitirá cuantificar el precio, la calidad del bien o servicio que desea consumir y su cantidad. No es posible obtener esta información si no se efectúa una investigación a fondo sobre el comportamiento del consumidor, puesto que los ingresos del proyecto dependen exclusivamente de la demanda.
h) No es necesario efectuar el estudio de mercado cuando la venta total del bien o servicio se encuentra cautiva con un solo comprador, el que ha manifestado por escrito su decisión de adquirir el producto en precio y calidad preestablecidos.
i) Cuando la demanda de un proyecto proviene de un consumidor individual, entran en juego una diversidad de factores que determinan cambios muchas veces impredecibles en las decisiones de compra.
j) El estudio de mercado puede obviarse cuando el preparador y evaluador ha podido demostrar la existencia de una demanda cautiva, la cual se ha perfeccionado mediante un contrato de compromiso de venta del bien que produciría el proyecto.
k) En el estudio de mercado, el análisis del mercado consumidor nos entregará la información necesaria para cuantificar los ingresos que generará el proyecto.
l) No será necesario estudiar el ciclo de vida del producto cuando la demanda del bien ha sido siempre creciente de acuerdo con la información histórica disponible.
m) No será importante estudiar las características de presentación del producto al consumidor, ya que lo pertinente es poder conocer el volumen de unidades demandadas. El envase o la presentación no es una variable determinante en el estudio de mercado de un proyecto.
n) El cambio tecnológico es una variable que no debe ser mayormente analizada en el estudio de mercado, puesto que este factor siempre podrá ocurrir, por lo que resulta innecesario incorporarlo en los estudios del proyecto.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

ñ) No es necesario efectuar un estudio de mercadeo cuando la venta total del bien o servicio se encuentra cautiva con un solo comprador, el que ha manifestado por escrito su decisión de adquirir el producto en precio y cantidad preestablecidos.

Material complementario

Ejercicios recomendados del texto complementario: José Manuel Sapag, *Evaluación de proyectos*, *guía de ejercicios*, *problemas y soluciones*, tercera edición, McGraw-Hill, 2007. **18.** Cavicol, **19.** El supermercadito, **35.** Centro turístico, **58.** Helados.

Bibliografía

Bradley, Alan Wilson, *Online Course Pack: Marketing Research: an Integrated Approach with Marketing Research*, Pearson Education, 2006.

Córdoba Padilla, Marcial, *Formulación y evaluación de proyectos*, Bogotá, Ecoe Ediciones, 2006.

Keat, Paul G. y Philip K. Young, *Economía de empresa*, Pearson Educación, 2004 .

Kotler, Phillips, *Dirección de marketing*, Pearson Educación, 2003.

Maqueda, Francisco, *Marketing, innovación y nuevos negocios*, ESIC Editorial, 2010 .

McDaniel, C. Hair, J.F. y C. W. Lamb, *Fundamentos de Marketing*, Thomson, 2006.

Russell, P. y J. Taylor, *Marketing Communications: An Integrated Approach*, Kogan Page Publishers, 2004.

Sapag&Sapag Consultores, *Propuesta estudio de factibilidad económica implementación Nuevo Zoológico Urbano*, 2012.

Silvestre, J. y López, F., *La economía en la empresa*, McGraw-Hill/Interamericana, 2007.

Stanton, William J., Michael J. Etzel y Bruce J. Walker, *Fundamentos de Marketing*, McGraw-Hill, 2007.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Capítulo 5

Técnicas de proyección del mercado

En el capítulo anterior se analizaron los principales componentes del estudio de mercado de un proyecto. La estimación del comportamiento futuro de algunas de estas variables puede realizarse utilizando diversas técnicas de pronóstico, cuyo estudio constituye el objetivo de este capítulo.

recuerde y reflexione

Generalmente, las **técnicas de proyección** se asocian a la proyección de demanda; sin embargo, su alcance es mucho mayor que eso, pues permiten proyectar el comportamiento de cualquier variable, donde la demanda es solo una de ellas, si bien para la preparación y evaluación de proyectos es una de las más importantes por su efecto en la rentabilidad.

Cada técnica de proyección tiene una aplicación de carácter especial que hace de su selección un problema decisional influido por diversos factores, como la validez y disponibilidad de los datos históricos, la precisión deseada del pronóstico, el costo del procedimiento, los beneficios del resultado, los periodos futuros que se desee pronosticar y el tiempo disponible para hacer el estudio, entre otros. Tan importante como estos es la etapa del ciclo de vida en la que se encuentra el producto cuyo comportamiento se desea pronosticar.

En una situación estable la importancia de los pronósticos es menor. Pero a medida que crece el dinamismo y complejidad de la situación, más necesaria se torna la proyección de las variables del mercado, pues el nivel de incertidumbre y ambigüedad es mayor.

La dificultad mayor al pronosticar comportamientos radica en la posibilidad de la ocurrencia de eventos que no hayan sucedido anteriormente, como el desarrollo de nuevas tecnologías, la incorporación de competidores con sistemas comerciales no tradicionales, las variaciones en las políticas económicas gubernamentales, etcétera. Los antecedentes históricos serán, por lo tanto, variables referenciales para el analista de proyecto, quien deberá usar los métodos de proyección como técnicas complementarias antes que como alternativas estimativas certeras. Por ello, no siempre la existencia de información histórica es garantía de una proyección confiable.

El capítulo que aquí se inicia se concentra tanto en la presentación y el análisis de las técnicas más importantes para la proyección del mercado como en sus alcances y aplicabilidad.

5.1. El ámbito de la proyección

La multiplicidad de alternativas metodológicas existentes para estimar el comportamiento futuro de alguna de las variables del proyecto obliga al analista a tomar en consideración un conjunto de elementos de cada método con el fin de seleccionar y aplicar correctamente aquel que sea más adecuado para cada situación en particular.

Para que el producto resultante de la proyección permita su uso óptimo, la información deberá expresarse de la manera en la que sea más valiosa para el preparador del proyecto; por ejemplo, en algunos casos la información deberá expresarse desglosada por zona geográfica o en función de algún atributo de los clientes, como sexo o edad.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

recuerde y reflexione

La validez de los resultados de la proyección está íntimamente relacionada con la calidad de los datos de entrada que sirvieron de base para el pronóstico. Las fuentes de información de uso más frecuente son las series históricas oficiales de organismos públicos y privados, las opiniones de expertos y el resultado de encuestas especiales, entre otras.

Internet ha multiplicado exponencialmente la información disponible, tanto de buena como de mala calidad, así como el grado de confiabilidad de quien ha generado; por lo anterior es muy importante validar la fuente y metodología de dicha información; de lo contrario, por muy bien que se aplique la metodología de proyección, el resultado será erróneo.

recuerde y reflexione

La elección del método correcto dependerá principalmente de la cantidad y calidad de los antecedentes disponibles, así como de los resultados esperados, del tiempo y del nivel de precisión deseados. La efectividad del método elegido se evaluará en función de su precisión, sensibilidad y objetividad.

Precisión, porque cualquier error en su pronóstico tendrá asociado un costo. Aunque obviamente no podrá exigirse una certeza total a alguno de los métodos, sí podrá exigírsele que garantice una reducción al mínimo del costo del error en su proyección.

Sensibilidad, porque al situarse en un medio cambiante, debe ser lo suficientemente estable para enfrentar una situación de cambios lentos, así como dinámica para enfrentar cambios agudos.

Objetividad, porque la información que se tome como base de la proyección debe garantizar su validez y oportunidad en una situación histórica.

Los resultados que se obtienen de los métodos de proyección del mercado son solo indicadores de referencia para una estimación definitiva, la cual, aunque difícilmente será exacta, deberá complementarse con el juicio y las apreciaciones cualitativas del análisis, por parte de quien probablemente trabajará con más de un método en la búsqueda de la estimación más certera.

5.2. Métodos de proyección

conceptos claves

Métodos de carácter cualitativo (o subjetivos): técnica de proyección que se basa principalmente en opiniones de expertos. Se usa cuando el tiempo para elaborar el pronóstico es escaso, cuando no se dispone de todos los antecedentes mínimos necesarios o cuando los datos disponibles no son confiables para predecir algún comportamiento futuro.

Modelos de pronóstico causales: técnica de proyección que busca predecir el comportamiento de una variable en función de relaciones causa-efecto observadas.

En el apartado anterior se mencionó que el preparador de proyectos dispone de varias alternativas metodológicas para proyectar el mercado, y que la selección y uso de una o más de estas dependía de una serie de variables. Una manera de clasificar las técnicas de proyección consiste en hacerlo en función de su carácter: métodos de carácter cualitativo, modelos causales y modelos de series de tiempo.

Los **métodos de carácter cualitativo**, también denominados subjetivos, se basan principalmente en opiniones de expertos. Su uso es frecuente cuando el tiempo para elaborar el pronóstico es escaso, cuando no se dispone de todos los antecedentes mínimos necesarios —lo que frecuentemente ocurre cuando se trata de proyectos de innovación— o cuando los datos disponibles no son confiables para predecir algún comportamiento futuro. Aunque la gama de métodos predictivos cualitativos es bastante amplia, resulta prácticamente imposible emitir algún juicio sobre la eficacia de sus estimaciones finales.

Los **modelos de pronóstico causales** parten del supuesto de que el grado de influencia de las variables que afectan el comportamiento del mercado permanece estable, para luego construir un modelo que relacione ese comportamiento con las variables que se estima que son las causantes de los cambios que se observan en el mercado. Por ello su nombre, pues lo que se busca es predecir el comportamiento de una variable en función de relaciones causa-efecto observadas. Dervitsiotis[1] señala tres etapas para el diseño de un modelo de proyección causal: a) la identificación de una o más variables respecto a las que pueda presumirse que influyen sobre la

[1] Kostas N. Dervitsiotis, *Operations Management*, McGraw-Hill, Nueva York, 1981, pp. 447-452.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

demanda, por ejemplo, el producto nacional bruto, la renta disponible, la tasa de natalidad o los permisos de construcción; b) la selección de la relación que vincule a las variables causales con el comportamiento del mercado, normalmente en la forma de una ecuación matemática de primer grado, y c) la validación del modelo de pronósticos, de manera que satisfaga tanto el sentido común como las pruebas estadísticas, mediante la representación adecuada del proceso que describa.

Los **modelos de series de tiempo** se utilizan cuando el comportamiento que asume el mercado a futuro puede determinarse en gran medida por lo sucedido en el pasado, y siempre que esté disponible la información histórica de manera confiable y completa. Cualquier cambio en las variables que caracterizaron un determinado contexto en el pasado, como una recesión económica, una nueva tecnología o un nuevo producto sustituto de las materias primas, entre otros, hace que los modelos de este tipo pierdan validez. Sin embargo, es posible ajustar, con algún criterio lógico, una serie cronológica para incluir aquellos hechos no reflejados en datos históricos.

concepto clave

Modelos de series de tiempo: técnica de proyección que se utiliza cuando el comportamiento que asume el mercado a futuro puede determinarse en gran medida por lo sucedido en el pasado, y siempre que esté disponible la información histórica de manera confiable y completa.

5.3. Métodos cualitativos

La importancia de los métodos cualitativos en la predicción del mercado se manifiesta cuando los métodos cuantitativos basados en información histórica no pueden explicar por sí solos el comportamiento futuro esperado de alguna de sus variables, cuando no existen suficientes datos históricos o cuando se trata de investigar aspectos del comportamiento del consumidor que ni siquiera él mismo sabe, sobre todo cuando se trata de proyectos de innovación.

Los **métodos de investigación basados en la etnografía** son muy útiles para ello. La **etnografía** es el estudio del comportamiento de las personas o grupos de personas durante un cierto periodo, utilizando como principal herramienta la observación de los participantes para conocer su comportamiento social. El objetivo de la investigación etnográfica es poder descubrir y revelar los significados que determinan las acciones de un determinado grupo de personas, observando e interpretando las decisiones, acciones y comportamientos de este. La etnografía es una herramienta muy útil para poder contrastar lo que la gente dice que hace con lo que realmente hace.

concepto clave

Etnografía: el estudio del comportamiento de las personas o grupos de personas durante un cierto periodo, utilizando como principal herramienta la observación de los participantes para conocer su comportamiento social.

Para ello existen diversas técnicas, como grabar el comportamiento de las personas en un contexto determinado y observar su conducta, fotografiar situaciones, seguir a las personas para observar qué hacen en el contexto de sus vidas, pues el tiempo, al ser un recurso muy escaso, es muy revelador respecto de las preferencias de las personas. Asimismo, observar los elementos de su hábitat, sus pertenencias, su círculo de amistades en las redes sociales, los lugares a los que asiste, etcétera, resulta muy revelador de sus gustos y preferencias.

La **opinión de los expertos** es una de las formas subjetivas más comúnmente usadas para estudiar el mercado. Generalmente se complementa con cualquier otro método. Para ello es necesario determinar el universo de expertos que se desea entrevistar y establecer el conjunto de variables que se quieren investigar mediante una conversación abierta. Por ejemplo, en el estudio de implementación de bicicletas públicas para Santiago de Chile, realizado por nuestra empresa consultora, se diseñó una investigación basada principalmente en la opinión de expertos, en la que se incluyeron diversos actores relevantes, tomando en consideración que se trataba de un proyecto urbano intermodal e intercomunal. Se entrevistó a organismos gubernamentales, municipios, potenciales auspiciadores, operadores potenciales, al operador de las bicicletas públicas de la comuna, a directores del Metro, a ejecutivos del sistema de transporte público citado y directores de las principales ONG dedicadas a la cultura de la bicicleta. Las opiniones recogidas, en conjunto con el diagnóstico del mercado realizado en una etapa previa, permitieron diseñar la estrategia de negocio y la estrategia comercial y sentar las bases de proyección con las que se evaluó el proyecto tanto privada como socialmente.

concepto clave

Método Delphi: técnica de proyección subjetiva que consiste en reunir a un grupo de expertos en un panel para someterlos a una serie de cuestionarios, con un proceso de retroalimentación controlada después de cada serie de respuestas. Se obtiene información que entrega una convergencia en la opinión grupal, de la que nace una predicción.

Dentro de las técnicas subjetivas, el **método Delphi** es quizá el más conocido. Este consiste en reunir a un grupo de expertos en un panel, a quienes se les somete a una serie de cuestionarios, con un proceso de retroalimentación controlada después de cada serie de respuestas. Se obtiene así información que, tratada estadísticamente, entrega una convergencia en la opinión grupal, de la que nace una predicción.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

recuerde y reflexione

El método Delphi se fundamenta en que el grupo es capaz de lograr un razonamiento mejor que el de una sola persona, aunque esta sea experta en el tema.

Con el objetivo de no inhibir a los participantes en el panel, el cuestionario se contesta anónimamente. La retroalimentación controlada sobre el panel se hace efectiva cada vez que se completa una ronda del cuestionario. Este proceso interactivo se repite hasta lograr la convergencia de opiniones de todos los expertos. El procedimiento del método evita las distorsiones que producen la presencia de individuos dominantes, la existencia de comunicaciones irrelevantes y la presión por parte del grupo para llegar a un consenso forzado, entre otros factores.

Aunque durante el transcurso del experimento se producen fugas inevitables entre los expertos, es importante intentar minimizarlas para evitar los efectos de la discontinuidad en el proceso. De igual manera, debe intentarse que el lapso entre dos cuestionarios, así como el número de ellos, sea lo más reducido posible, para evitar un intercambio de opiniones que origine distorsiones en las respuestas individuales.

conceptos claves

Consenso de panel: técnica de proyección subjetiva que se basa en la suposición de que varios expertos serán capaces de producir un pronóstico mejor que una sola persona. No existen secretos y se estimula la comunicación entre los expertos.

Investigación de mercado: técnica de proyección de mercado que recolecta información relevante para ayudar a la toma de decisiones o para aprobar o refutar un mercado específico.

Una técnica similar al método Delphi es la conocida como **consenso de panel**, que se diferencia de aquella en que no existen secretos sobre la identidad del emisor de las opiniones y en que no hay retroalimentación dirigida desde el exterior. Este método "se basa en la suposición de que varios expertos serán capaces de producir un pronóstico mejor que una sola persona. No existen secretos y se estimula la comunicación. Algunas veces ocurre que los factores sociales influyen en los pronósticos y por ello estos no reflejan un consenso verdadero".[2] El peligro del método reside en la posibilidad de que emerja un grupo dominante que anule la interacción adecuada y de que se logre un consenso por la capacidad de argumentación de este grupo y no por la validez de la interacción.

Un método más sistemático y objetivo, que se vale del método científico, es la **investigación de mercado**, la cual se utiliza principalmente en la recolección de información relevante para ayudar a la toma de decisiones o para aprobar o refutar hipótesis sobre un mercado específico, mediante encuestas, experimentos, mercados-prueba u otras formas.

Este método constituye, quizás, un paso necesario para la aplicación y el uso de cualquiera de los restantes métodos, dada la información sistematizada y objetiva que entrega.

La principal característica del método es su flexibilidad para seleccionar e incluso para diseñar la metodología que más se adecue al problema en estudio, ya sea una investigación exploratoria, descriptiva o explicativa.[3]

Un tipo de investigación de mercados es el de encuestas de intenciones de compras. Su aplicación comienza con la selección de la unidad de análisis adecuada para cuantificar la intención de compra, sigue con la toma correcta de la encuesta por muestreo y finaliza con el análisis de los antecedentes recopilados. El peligro del método radica en que depende mucho de las variables de contexto; si estas son dinámicas, las condiciones imperantes pueden llevar a modificar la intención de compra de la unidad de análisis o quizá sus respuestas a las encuestas, aunque ello no afecte la decisión, e inducir a conclusiones erróneas. Otro de los peligros de este método es la veracidad de la información expresada por el individuo, pues no siempre revela sus verdaderas preferencias, ya sea por temor a transparentarse o porque simplemente no sabe; además, la encuesta se aplica al individuo fuera de su contexto social, perdiendo de vista cómo actúa y cómo reacciona dentro de un grupo. Es por ello que la etnografía como metodología de investigación es más fidedigna, pues se observa lo que el individuo hace más que lo que dice que hace.

Además de lo anterior, la encuesta coloca al encuestado en un papel pasivo, donde el individuo se siente examinado por un ser extraño; por consiguiente, es esperable que responda de manera diferente a como lo haría si estuviera dentro de una discusión con personas y en un entorno conocido, observándose diferencias entre lo que dice y lo que hace.

Las encuestas no son efectivas cuando se trata de consumidores muy heterogéneos, o bien, cuando se pretende investigar un producto o servicio de innovación, pues al no saber de qué se

[2] J. Chambers, S. Mullick y D. Smith, *Cómo elegir la técnica de pronóstico correcta*, Biblioteca Harvard.

[3] Para el estudio de este método, T. Kinnear y J. Taylor, *Investigación de mercados*, McGraw-Hill, Bogotá, 1998.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

trata, no resulta posible preguntar. En este sentido, el desarrollo de prototipos, acompañados de videos conceptuales, ayudan mucho a entender la propuesta y a recibir *feedback* de parte del cliente. Cuando se trata de desarrollar productos de innovación, las encuestas tienen un aporte muy escaso, por no decir nulo.

Cuando se trata de investigar aspectos cotidianos más íntimos, como los hábitos de higiene bucal, no puede preguntarse si la persona se cepilla los dientes a diario y cuántas veces al día lo hace, pues lo más probable es que responda que lo hace la mayor cantidad de veces cuando en la práctica no lo hace; en ese sentido, las técnicas basadas en terceras personas o las preguntas indirectas pueden inducir al entrevistado a cierto comportamiento más fidedigno.

La investigación de mercados estudia características de productos, empresas y consumidores. Para realizar el **muestreo** existen dos métodos: el **probabilístico**, en el que cada elemento elegible tiene la misma probabilidad de ser muestreado, y el **no probabilístico**, en el que la probabilidad de ser elegible no es igual para toda la población muestral. De la observación de casos reales puede afirmarse que el último tiene más aplicación que el primero.

conceptos claves

Muestreo probabilístico: cada elemento elegible tiene la misma probabilidad de ser muestreado.

Muestreo no probabilístico: la probabilidad de ser elegible no es igual para toda la población muestral.

En este sentido, se requiere una estratificación previa a la toma de encuesta para determinar el espacio muestral. Por ejemplo, si se desea determinar las características del usuario de Twitter, primero deberá averiguarse si la persona es usuaria del sistema y luego consultar acerca de lo que se desea averiguar. Esto es distinto a investigar el porcentaje de la población que usa Twitter, lo que sería diferente a una investigación de mercados. La estratificación consiste en encuestar a aquellos que efectivamente usan Twitter, ya que quienes no lo hacen o no lo conocen difícilmente podrían opinar sobre sus beneficios o sobre otras variables. El muestreo no probabilístico corresponde a una investigación de mercados basada en encuestas sobre una estratificación preliminar.

recuerde y reflexione

El **cálculo del tamaño de la muestra** es fundamental para la confiabilidad de los resultados.

Por ello, deberán tomarse en consideración algunas propiedades de la muestra y el grado de error máximo permisible de sus resultados. Para calcular el tamaño de la muestra puede utilizarse la siguiente fórmula:

5.1
$$n = \frac{\sigma^2 Z^2}{e^2}$$

donde n es el tamaño de la muestra, σ^2 es la desviación estándar (que puede calcularse en referencia con otros estudios o sobre la base de una prueba piloto), Z es el valor crítico de la distribución normal para un nivel de confianza deseado y e^2 es el nivel de error máximo permitido, que puede interpretarse como la mayor diferencia permitida entre la medida de la muestra y la media de la población.

El valor de Z se obtiene de una tabla de probabilidades de una distribución normal y se conoce como el número de errores estándar asociados con el nivel de confianza. Por ejemplo, para tener un nivel de confianza de 95%, la tabla de probabilidades de distribución normal muestra un valor de $Z = 1.96$.

Así, si una empresa fabricante de aceite comestible tradicional evalúa un proyecto para colocar un nuevo producto en el mercado, como el aceite combinado de oliva y maíz, puede estimar el tamaño de la muestra basándose en el promedio histórico de consumo medio anual. Si la media histórica ha sido 12 litros, si la desviación estándar de la muestra, obtenida mediante una prueba piloto, es tres y si el error máximo permitido es 0.3 (lo que supone que ningún consumidor compraría más de 12.3 litros, ni menos de 11.7 litros), el tamaño de la muestra para un nivel de confianza de 95% se calcula por:

5.2
$$n = \frac{3^2 \cdot 1.96^2}{0.3^2} = 385$$

www.fullengineeringbook.blogspot.com

conceptos claves

Técnica estructurada: facilita respuestas breves, simples, específicas y con opciones limitadas.

Escala nominal: método de muestreo probabilístico que solicita al encuestado que mencione la marca que usa de un determinado producto, el medio de difusión donde vio la publicidad o el establecimiento comercial donde lo compró. Se mide en porcentaje.

Escala ordinal: método de muestreo probabilístico que solicita al encuestado que ordene datos de acuerdo con su preferencia personal, calificando distintas variables, como tamaño, envase y sabor. Se mide en escala.

Escala de intervalos: método de muestreo probabilístico que hace comparaciones cuando se pregunta acerca de la edad, los ingresos o cuando el encuestado tiene una visión clara pero no exacta de su respuesta. Se mide en intervalos.

Escala proporcional: método de muestreo probabilístico que se aplica cuando se desea explicitar mediciones —como volumen, peso o distancia— y confirmar respuestas haciendo una pregunta inicial que más adelante, en la encuesta, se le reitera de manera diferente.

Muestreo de estratos: método no probabilístico en el que se predetermina un estrato de la población según los intereses particulares de la investigación.

Muestreo de conveniencia de sitio: método no probabilístico en que se predetermina el lugar donde se aplicará la encuesta, según el lugar donde se estima que estará presente el consumidor objeto del interés del estudio.

La aplicación de un cuestionario a la muestra busca medir actitudes y comportamientos esperados del mercado. Para ello, es conveniente aplicar lo que se denomina **técnica estructurada**, que consiste en facilitar respuestas breves, simples, específicas y con opciones limitadas.

La teoría ofrece cuatro formas básicas para elaborar escalas o mediciones en ciencias sociales: nominal, ordinal, de intervalos y proporcional.

La **escala nominal** consiste en solicitar al encuestado que, por ejemplo, mencione la marca que usa de un determinado producto, el medio de difusión donde vio la publicidad o el establecimiento comercial donde lo compró. La medición de los resultados se expresa como un porcentaje sobre el total de la muestra, como: 44% de encuestados usa aceite marca A; 37%, marca B, etcétera.

La **escala ordinal** consiste en solicitar al encuestado que ordene datos de acuerdo con su preferencia personal, calificando distintas variables, como tamaño, envase y sabor, en una escala que puede ir de uno (peor) a cinco (mejor).

La **escala de intervalos** permite hacer comparaciones cuando se pregunta acerca de la edad, los ingresos o cuando el encuestado tiene una visión clara pero no exacta de su respuesta. Por ejemplo, si fuma entre uno y cinco cigarrillos diarios, entre seis y 10, entre 11 y 20 o más de 20.

La **escala proporcional** se aplica cuando se desea explicitar mediciones, como volumen, peso o distancia. Generalmente, se aplica en la confirmación de respuestas, para lo cual en una pregunta inicial se le pide al encuestado que señale si considera un determinado atributo de un producto en el momento de decidir su compra y, varias preguntas más adelante, se le reitera la pregunta de manera diferente. Por ejemplo, si se está midiendo la intencionalidad de cambiar sus hábitos de compra, podría preguntarse si tiene alguna crítica al producto actual. Si la respuesta es afirmativa, se le pide que la señale mediante una escala nominal. Más adelante, en el cuestionario puede pedírsele que, en una escala ordinal, asigne una calificación a una lista de dificultades que se le presenta y cuya respuesta tiene que coincidir con la entregada anteriormente.

En general, las encuestas se emplean en la medición de volúmenes esperados de venta, preferencias de calidad y precio, hábitos de compra, etcétera.

La investigación de mercados basada en muestreo no probabilístico puede tipificarse en tres categorías: muestreo de estratos, de conveniencia de sitio y de bola de nieve.

En el **muestreo de estratos** se predetermina un estrato de la población según los intereses particulares de la investigación. Por ejemplo, estratos de ingresos, edad, sexo, región u otro.

En el **muestreo de conveniencia de sitio** se predetermina el lugar donde se aplicará la encuesta, según el lugar donde se estima que estará presente el consumidor objeto del interés del estudio. Por ejemplo, si se desea investigar un nuevo instrumento médico, deberá dirigirse la encuesta a hospitales, clínicas, consultorios y otros centros de concentración de profesionales de la salud.

En el **muestreo de bola de nieve** se encuesta en una primera instancia al azar, usando las respuestas obtenidas como elementos referenciales para una encuesta posterior más dirigida.

Otro **método**, el **de pronósticos visionarios**, se utiliza como alternativa de los ya señalados cuando se dispone de personal interno de la empresa a la que se le evalúa el proyecto y dicho personal tiene experiencia y conocimiento de sus clientes, por lo que es capaz de emitir opiniones respecto a reacciones y comportamientos posibles de esperar en el futuro. La proyección del mercado se hará tomando el resultado de la estimación directa del personal y corrigiéndola por antecedentes recopilados de una variable de fuentes atinentes al comportamiento de la economía, la competencia, etcétera.

Aunque este método presenta ventajas por costo y rapidez, sin requerir destrezas especiales, conlleva algunas insuficiencias derivadas de la influencia dominante de las experiencias más recientes y de la falta de unidades de medida que den exactitud a la estimación.

El método de la analogía histórica supone que el mercado del proyecto que se estudia puede tener un comportamiento similar al de otros mercados en el pasado. El mercado que se toma como referencia puede ser para el mismo producto, pero de otra marca o en otra región geo-

www.fullengineeringbook.blogspot.com

gráfica, o para un producto diferente, aunque con un mercado consumidor similar. La desventaja que manifiesta es la de suponer que las variables determinantes en el comportamiento pasado del mercado tomado como referencia se mantendrán en el futuro y, además, que tendrán el mismo efecto sobre el mercado del proyecto en estudio.

conceptos claves

Muestreo de bola de nieve: método no probabilístico en el que encuesta una primera instancia al azar, usando las respuestas obtenidas como elementos referenciales para una encuesta posterior más dirigida.

Muestreo de pronósticos visionarios: método no probabilístico en el que personal de la empresa a la que se le evalúa el proyecto tiene experiencia y conocimiento de sus clientes, por lo que es capaz de emitir opiniones respecto a reacciones y comportamientos posibles de esperar en el futuro.

Modelos causales: técnica de proyección del mercado que intenta proyectar el mercado sobre la base de antecedentes cuantitativos históricos.

Modelo de regresión simple o de variables: técnica de proyección del mercado que indica que la variable dependiente se predice sobre la base de una variable independiente.

Modelo de regresión múltiple: técnica de proyección del mercado que indica que la medición se basa en dos o más variables independientes.

5.4. Modelos causales[4]

Los **modelos causales**, a diferencia de los métodos cualitativos, intentan proyectar el mercado sobre la base de antecedentes cuantitativos históricos; para ello, suponen que los factores condicionantes del comportamiento histórico de alguna o de todas las variables del mercado permanecerán estables.

Los modelos causales de uso más frecuente son el **modelo de regresión**, el **modelo econométrico** y el **modelo de insumo producto**, llamado también **método de los coeficientes técnicos**. A continuación se analiza cada uno de ellos por separado.

Es frecuente encontrar en los estudios empíricos y en la teoría microeconómica la afirmación de que la demanda de un bien o servicio depende de muchas causas o factores que explicarían su comportamiento a través del tiempo o en un momento específico.

Las causales explicativas se definen como variables independientes y la cantidad demandada —u otro elemento del mercado que se desea proyectar—, como variable dependiente. Esta última, en consecuencia, se explica por la variable independiente. El análisis de regresión[5] permite elaborar un modelo de pronóstico basado en estas variables, el cual puede tener desde una hasta *n* variables independientes. Sin embargo, la elección del número de variables independientes depende del total de observaciones obtenidas para la variable dependiente y de cada una de las causales explicativas.

Existen dos modelos básicos de regresión: el **modelo de regresión simple o de dos variables**, y el **modelo de regresión múltiple**. El primero indica que la variable dependiente se predice sobre la base de una variable independiente, mientras que el segundo indica que la medición se basa en dos o más variables independientes. En ambos casos, aunque los valores de la variable independiente pueden ser asignados, es decir, están dados para el analista, los de la variable dependiente deben obtenerse por medio del proceso de muestreo.

De la observación de las variables se deriva un **diagrama de dispersión** que indica la relación entre ambas. Gráficamente se representa la variable independiente, x, en relación con el eje horizontal, y el valor de la variable dependiente, y, en relación con el eje vertical. Cuando las relaciones entre ambas no son lineales, es usual determinar un método de transformación de valores para lograr una relación lineal.

El paso siguiente es determinar la ecuación lineal que mejor se ajuste a la relación entre las variables observadas. Para ello se utiliza el **método de los mínimos cuadrados**. En forma gráfica, el diagrama de dispersión y la **línea de tendencia** pueden representarse como lo muestra el figura 5.1.

Los puntos de la figura representan las distintas relaciones observadas entre las variables x y y.

Matemáticamente, la forma de la ecuación de regresión lineal es:

5.3 $$y(x) = a + bx$$

[4] La metodología y las fórmulas que se exponen a continuación con fines explicativos se entienden mejor recurriendo al uso de una planilla electrónica como Excel. Así, para el cálculo de una regresión, en Menú / Herramientas / Análisis de datos / Regresión, el trabajo se simplifica a solo poblar información. Asimismo, para los modelos de series de tiempo que se exponen en el punto 5.5, opcionalmente puede recurrirse al Menú Insertar gráfico, aunque la información que proporciona es sustancialmente menor a la que entrega la herramienta Regresión de análisis de datos.

[5] El modelo de regresión se basa en tres supuestos básicos, los cuales, si son transgredidos, invalidan automáticamente cualquier proyección. El primer supuesto es que los errores de la regresión tienen una distribución normal, con media cero y varianza σ^2 constante. El segundo supuesto es que los errores no están correlacionados entre ellos. Este fenómeno se denomina autocorrelación. El último supuesto es que todas las variables analizadas se comportan en forma lineal o son susceptibles de linealizarse.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

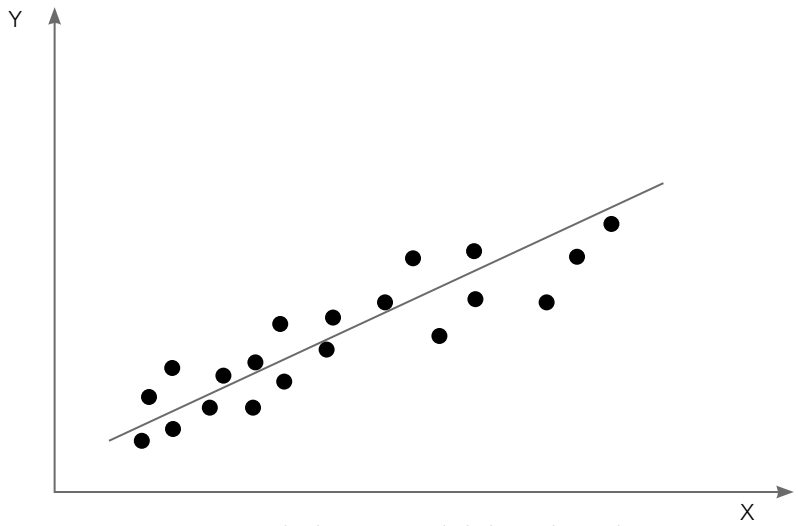


Figura 5.1 Diagrama de dispersión y de la línea de tendencia.

donde $y(x)$ es el valor estimado de la variable dependiente para un valor específico de la variable independiente x; a es el punto de intersección de la **línea de regresión** con el eje y,[6] b es la pendiente de la línea de regresión y x es el valor específico de la variable independiente. Dado que la línea de regresión se entiende como el valor esperado que toma la variable y, dados los valores esperados de la variable x, el término constante a también puede entenderse como el valor promedio de y cuando x es cero. Igualmente, b puede entenderse como el cambio en y ante un cambio marginal en x.

El criterio de los mínimos cuadrados permite que la línea de regresión de mejor ajuste minimice la suma de las desviaciones cuadráticas entre los valores reales y los estimados de la variable dependiente para la información muestral. Así, al minimizar la sumatoria de errores al cuadrado, se derivan las siguientes expresiones para la pendiente y el intercepto, respectivamente:

5.4
$$b = \frac{n\Sigma xy - (\Sigma x)(\Sigma y)}{n\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}$$

5.5
$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

donde $\bar{x}$ y $\bar{y}$ son las medias de las variables y n es el número de observaciones. Alternativamente, b puede calcularse utilizando:

5.6
$$b = \frac{\Sigma(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\Sigma(x - \bar{x})^2}$$

Por ejemplo, suponga que los antecedentes históricos de producción y ventas de un determinado producto son los que se muestran en el cuadro 5.1. No obstante, es necesario aclarar que debe contarse con un número significativo de observaciones para que la estimación sea veraz y las conclusiones derivadas de la relación entre variables sean consistentes.

Cuadro 5.1

Año	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Demanda	10	20	30	45	70	90	125	150	180	220	270

[6] En este punto la variable independiente *x* tiene un valor de cero.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Para efectos de estimación se realiza un reemplazo de la variable año como el número de muestra, con el propósito de simplificar las estimaciones.

Cuadro 5.2

Número de muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Demanda	10	20	30	45	70	90	125	150	180	220	270

Actualmente, la metodología de estimación de una regresión puede desarrollarse con el apoyo de herramientas computacionales, como Excel. De esta forma, para realizar una estimación lineal es posible graficar los datos y, en función de ello, lograr la regresión, lo que se simplifica al solicitar como salida de la programación la línea de tendencia. Para ello, simplemente debe seleccionarse un punto en la figura y en el submenú seleccionar "Agregar línea de tendencia".

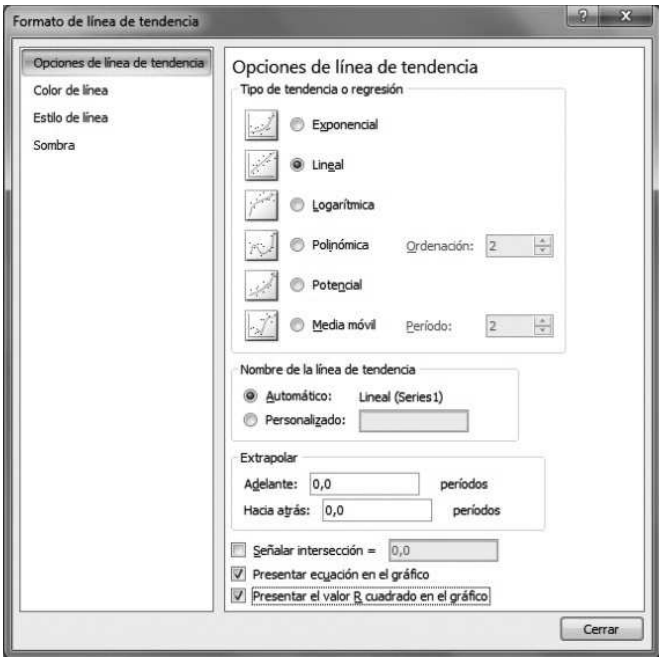


Figura 5.2 Demanda.

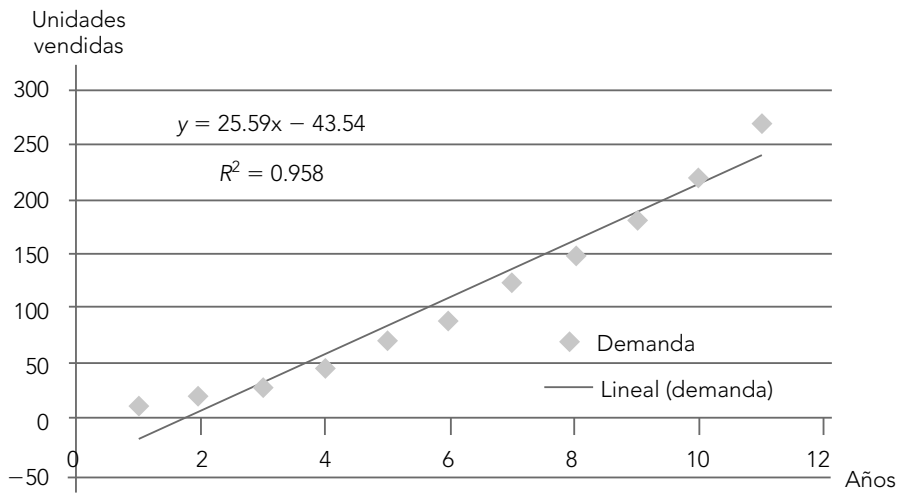


Figura 5.3 Estimación de líneas de tendencia, regresión lineal y r^2.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Lo que entrega como resultado gráfico: la línea de tendencia, la ecuación respectiva —en este caso lineal— y el indicador r^2.

5.7
$$b = \frac{11(2.815) - (0)(1.210)}{11(110) - (0)^2} = \frac{30.965}{1.210} = 25.59$$

$$a = \frac{1.210}{11} - 25.69\left(\frac{0}{11}\right) = 110$$

De esta forma, la ecuación final de regresión es:

5.8
$$y(x) = -43.54 + 25.59\hat{x}$$

Para estimar la demanda esperada en 2013 ($x = 12$), se reemplaza:

5.9
$$\hat{y} = -43.54 + 25.59*(12) = 263.54$$

Al ser el modelo de regresión un método estadístico, es posible determinar el nivel de precisión y confiabilidad de los resultados de la regresión.

El coeficiente de correlación r mide el grado de asociación lineal entre x y y. Sin embargo, es más utilizado el coeficiente de determinación, r^2, que indica cuán correcto es el estimado de la ecuación de la regresión. Cuanto más alto sea el r^2, más confianza podrá tenerse en el estimado de la línea de regresión. Específicamente, representa la proporción de la variación total en y, que se explica por la variación total en las variables independientes, pudiendo así asumir un valor entre cero y uno. Se calcula por:

5.10
$$r^2 = 1 - \frac{\Sigma(y - y(x))^2}{\Sigma x(y - y(x))^2}$$

o, en forma alternativa:

5.11
$$r^2 = \frac{[n\Sigma xy - (\Sigma x)(\Sigma y)]^2}{[n\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2][n\Sigma y^2 - (\Sigma y)^2]}$$

Siguiendo con el ejemplo, se tiene que, al aplicar la fórmula 5.10, el coeficiente de determinación es:

5.12
$$r^2 = [11(2.815) - (0)1.210)]^2/[11(110) - (0)^2][11(208.250) - (1.210)^2] = 0.958$$

Esto significa que 96% de la variación total en la demanda es explicada por la variación temporal y 4% por otras variables no incluidas en el modelo. Este es un caso típico de productos cuya demanda depende fuertemente de la población, ya que la tasa de crecimiento se expresa como una función anual.

Como se mostrara anteriormente, al graficar puede hacerse que el software entregue directamente el coeficiente r^2.

Con los antecedentes disponibles, es posible calcular el error "estándar" de una estimación para determinar la desviación "estándar" de la variable dependiente y, así como un valor específico de la variable independiente x. El error "estándar" del estimado, designado S_e, se define como la desviación "estándar" de la regresión y se calcula por:

5.13
$$S_e = \sqrt{\frac{\Sigma y^2 - a\Sigma y - b\Sigma xy}{n - 2}}$$

Según los datos del ejemplo, se tendría:

5.14
$$S_e = \sqrt{\frac{(208.500) - (110)(1.210) - (25.59)(2.825)}{11 - 2}} = 18.60$$

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Si se desea que la predicción sea confiable en 95%, el **intervalo de confianza** sería la demanda estimada ± 2(18.60). Así, el error "estándar" permite encontrar el intervalo de confianza de la estimación y el rango de valores dentro del que puede predecirse la variable dependiente con diferentes grados de confianza estadística. Suponiendo que los términos del error están normalmente distribuidos en torno a la línea de regresión, existe 68% de probabilidad de que las observaciones futuras estén dentro de $\hat{y} \pm S_e$, mientras que aumenta a 95% la probabilidad de que estén dentro de $\hat{y} \pm 2\ S_e$ y a 99% si se ubican entre $\hat{y} \pm 3\ S_e$. Esto deja de manifiesto que la mayor precisión se asocia con los errores "estándares" más pequeños de la estimación.

En consecuencia, al estimar la demanda para 2008, se dirá que existe 95% de probabilidad de que esto se ubique en el rango de 226.34 (263.54 – 2(18.60)) y 300.74 (263.54 + 2(18.60)).

En algunos casos, en vez de ajustar los datos a una línea recta para predecir la tendencia histórica, deberá emplearse una función exponencial que muestre un cambio porcentual constante, más una variación constante en cada periodo, para expresar de mejor forma el ajuste de la tendencia de los datos. La expresión de la ecuación de tendencia exponencial es:

5.15

$$y(x) = ax^g$$

$$\ln y = \ln(a) + g\ln(x)$$

donde g es la tasa de crecimiento porcentual constante que se estima para el futuro.

El modelo de regresión múltiple, como se señaló, se aplica cuando hay dos o más variables independientes que deben usarse para calcular el valor de la variable dependiente. En este caso, la expresión 5.3 asume la forma:

5.16

$$Y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \cdots + b_nx_n$$

La solución de la ecuación exige procedimientos bastante complejos para determinar el valor de las constantes. Sin embargo, en la actualidad existen programas computacionales disponibles que facilitan su cálculo. En términos generales, la lógica de la solución es la que subyace en los modelos de regresión lineal, es decir, haciendo uso del método de mínimos cuadrados ordinarios o de máxima verosimilitud, pueden estimarse los parámetros, los cuales permiten identificar las relaciones entre las variables.

Otro de los modelos causales es el econométrico, el cual, según Dervitsiotis, es un "sistema de ecuaciones estadísticas que interrelacionan las actividades de diferentes sectores de la economía y ayudan a evaluar la repercusión sobre la demanda de un producto o servicio. En este sentido, es una prolongación del análisis de regresión".

Lira, por su parte, define un modelo para estimar la demanda de un producto, que parte de la base de que el precio se determina por la interacción de la oferta y la demanda. Su modelo define una cantidad demandada (Qd) en función del precio del producto (P), el nivel de la actividad (NA), el precio de los productos sustitutos (PS) y otras variables, una cantidad ofrecida (Qo) en función de P, la capacidad de producción (CA), el costo de los factores (c) y otras variables, el cambio en el inventario de productos terminados (s) en función del cambio en la cantidad ofrecida (q), P y el precio esperado del producto (PE), el nivel de importaciones (M) en función del precio de importación (PM), P y otras variables, y el nivel de exportaciones (X) en función del precio de exportación (PX), P y otras variables. Así, al igualar la oferta y la demanda, se llega a la siguiente expresión que permitirá determinar el precio:

5.17

$$Qo = Qd + \Delta s + X - M$$

El modelo econométrico analizado no admite externalidades de ningún tipo, ni por eventuales cambios derivados de la expansión de la producción ni por rendimientos operativos fluctuantes que afecten los niveles productivos. Por esto se señala que es esencialmente un modelo de corto plazo.

Otro modelo causal es el denominado insumo producto, o método de los coeficientes técnicos, que permite identificar las relaciones interindustriales que se producen entre sectores de

www.fullengineeringbook.blogspot.com

la economía, mediante una matriz que implica suponer el uso de coeficientes técnicos fijos por parte de las distintas industrias.[7]

Para estimar la demanda de un sector específico, el modelo la descompone en bienes finales e intermedios, y establece sus relaciones utilizando los denominados coeficientes técnicos. Este método es adecuado cuando la demanda de un sector está en estrecha relación con el nivel de actividad del mismo, y los demás elementos que pueden estar determinándola son de poca significación. Lo que básicamente busca este modelo es determinar el grado de repercusión que la actividad de un sector tiene sobre los restantes. Una metodología muy usada para determinar los coeficientes técnicos de las funciones de producción de proporciones constantes es la del análisis de regresión.

5.5. Modelos de series de tiempo[8]

Los modelos de series de tiempo se refieren a la medición de valores de una variable en el tiempo a intervalos espaciados uniformemente. El objetivo de la identificación de la información histórica es determinar un patrón básico en su comportamiento, que posibilite la proyección futura de la variable deseada.

concepto clave

Tendencia: técnica de proyección del mercado que se refiere al crecimiento o declinación en el largo plazo del valor promedio de la variable estudiada.

En un análisis de series de tiempo pueden distinguirse cuatro componentes básicos que se refieren a: una **tendencia**, un **factor cíclico**, **fluctuaciones estacionales** y **variaciones no sistemáticas**.

El componente de tendencia se refiere al crecimiento o declinación en el largo plazo del valor promedio de la variable estudiada, por ejemplo, la demanda. Su importancia se deriva de considerar fluctuaciones en el nivel de la variable en el tiempo, con lo cual el estudio del nivel promedio de la variable a lo largo del tiempo es mejor que el estudio de la misma en un momento específico.

Aunque es posible definir una tendencia de largo plazo para la variable, pueden darse divergencias significativas entre la línea de tendencia proyectada y el valor real que exhiba la variable. Esta divergencia se conoce como el componente cíclico y se admite entre sus causas el comportamiento del efecto combinado de fuerzas económicas, sociales, políticas, tecnológicas, culturales y otras existentes en el mercado que permiten identificar periodos de expansión y contracción de la variable en estudio, para este caso, la demanda. La mayoría de estos ciclos no tiene patrones constantes que permitan prever su ocurrencia, magnitud y duración.

Contrarios a los componentes cíclicos, existen otros componentes llamados estacionales, que exhiben fluctuaciones que se repiten periódicamente y que normalmente dependen de factores como el clima (ropa de verano) y la tradición (tarjetas de Navidad), entre otros.

Aunque se conozcan los tres componentes señalados, una variable puede tener todavía un comportamiento real distinto del previsible por su línea de tendencia y por los factores cíclicos y estacionales. A esta desviación se le asigna el carácter de no sistemática y corresponde al llamado componente aleatorio.

En la figura 5.4 se muestran los cuatro componentes de una serie cronológica. A largo plazo, los componentes estacionales y aleatorios son menos relevantes que el componente cíclico. Sin embargo, a medida que los pronósticos se van acortando, el componente no sistemático pasa a ser primordial y la línea de tendencia, la menos importante.

Dervitsiotis[9] plantea dos modelos que podrían explicar la forma de interacción de los componentes de las series de tiempo: *a*) el aditivo, que permite calcular el comportamiento de una variable (demanda, por ejemplo) como la suma de los cuatro componentes, y *b*) el multiplicativo, que dice que la variable puede expresarse como el producto de los componentes de la serie de tiempo.

Existen diversos métodos que permiten estimar el comportamiento de una variable y que aíslan, en general, el efecto tendencia. Estos son: el **método de los promedios móviles**, el de **afi-**

[7] Supone funciones de producción de proporciones fijas, sin capacidad de sustitución de insumos.

[8] El método de los promedios móviles se usa principalmente en proyecciones de corto plazo, como un presupuesto anual, por ejemplo, y tiene utilidad en uno de los métodos de cálculo de la inversión en capital de trabajo, que se estudiará en el capítulo 12 (método de déficit acumulado máximo).

[9] Dervitsiotis, *op. cit.*

www.fullengineeringbook.blogspot.com

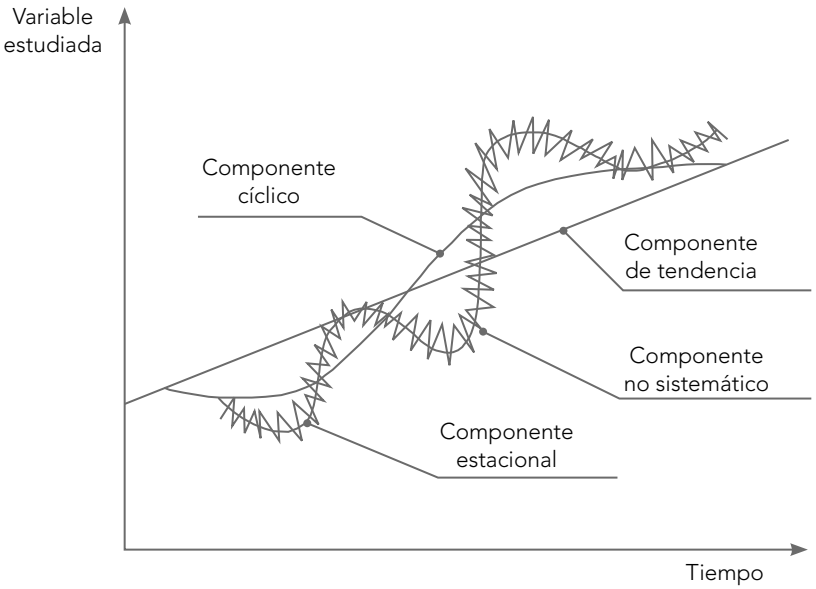


Figura 5.4 Componentes de tendencia de una serie cronológica.

namiento exponencial y el de **ajuste lineal por el criterio de los mínimos cuadrados,** al que ya se hizo referencia.

Una serie cronológica con fuerte efecto estacional hace recomendable el uso de un promedio móvil simple de un número determinado de periodos, que normalmente es de los cuatro últimos trimestres.[10] El promedio móvil (*Pm*) se obtiene de:

5.18
$$Pm_1 = \frac{\sum_{i=1}^{n} Ti}{n}$$

donde *Ti* es el valor que adopta la variable en cada periodo *i* y *n* es el número de periodos observados.

Así, si la demanda trimestral de un producto es en cada uno de los cuatro trimestres de 180, 250, 210 y 150, el valor de Pm_1 sería de:

5.19
$$Pm_1 = \frac{180 + 250 + 210 + 150}{4} = 197.50$$

De acuerdo con este método, la demanda esperada para el trimestre siguiente es de 197.50. Cuando se conozca el valor real de la demanda del quinto periodo, se proyectará el sexto periodo, incorporando este valor en reemplazo del más antiguo que, en este caso, corresponde a 180 unidades. Así, Pm_1 abarcará el periodo comprendido entre los trimestres 1 y 4, Pm_2, entre 2 y 5, y así sucesivamente. Al generalizar:

5.20
$$Pm_1 = \frac{\sum_{i=1}^{t+n-1} Ti}{n}$$

El efecto estacional y algunas influencias no sistemáticas se determinan mediante el índice estacional específico. Al definir los valores Pm_1 y Pm_2, por ejemplo, se está midiendo un inter-

[10] A continuación se analiza un método de proyección basada en un comportamiento promedio, sin embargo, esta tarea puede ser fácilmente sustituida mediante la utilización de herramientas computacionales. El alcance del ejemplo que se presenta a continuación está expuesto únicamente con fines conceptuales.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

valo en el cual Pm_1 queda entre T_2 y T_3, y Pm_2, entre T_3 y T_4. Por esto, ninguno de los dos es representativo de estos trimestres. Se hace entonces necesario determinar un **promedio móvil centrado** (PMC), calculando la media entre dos promedios móviles, de la siguiente forma:

5.21
$$PMC_1 = \frac{Pm_1 + Pm_{t+1}}{2}$$

Con el objeto de aislar el efecto estacional correspondiente a un trimestre, T_3 por ejemplo, se divide la demanda real de ese periodo entre el PMC correspondiente. Así, el índice estacional específico (IE_3) podría expresarse:

5.22
$$IE_3 = \frac{T_3}{PMC_1}$$

donde la suma de los IE de los cuatro trimestres debe ser igual a cuatro. Una vez calculados los IE de los cuatro trimestres, se procede a ajustar la demanda trimestral promedio proyectada.

Considérese la siguiente demanda estacional para los datos del cuadro 5.3.

Cuadro 5.3

Año	Invierno	Primavera	Verano	Otoño	Total
2002	2	3	4	1	10
2003	5	6	7	2	20
2004	7	10	10	3	30
2005	10	17	16	2	45
2006	13	20	28	9	70
2007	19	34	34	3	90
2008	27	39	48	11	125
2009	26	44	58	22	150
2010	38	51	70	21	180
2011	44	67	81	28	220
2012	51	79	107	33	270

El promedio móvil calculado de acuerdo con la ecuación 5.18, correspondería a:

5.23
$$PM_1 = \frac{2 + 3 + 4 + 1}{4} = 2.50$$

$$PM_2 = \frac{3 + 4 + 1 + 5}{4} = 3.25$$

PM_1 se encuentra entre primavera y verano de 2002, y PM_2, entre verano y otoño del mismo año. Igual procedimiento se sigue hasta 2012, donde el último promedio móvil que puede calcularse es el que considera las últimas cuatro observaciones, esto es, entre primavera y verano de ese año.

Una vez calculados los promedios móviles, que se resumen en el cuadro 5.4, es posible calcular los promedios móviles centrados, usando la ecuación 5.21. Así, los primeros promedios móviles centrados serían:

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Cuadro 5.4

Año	Estación	Demanda actual	PM	PMC	IE
2002	Invierno	2.00			
	Primavera	3.00			
	Verano	4.00	2.50	2.88	1.39
	Otoño	1.00	3.25	3.63	0.28
2003	Invierno	5.00	4.00	4.38	1.14
	Primavera	6.00	4.75	4.88	1.23
	Verano	7.00	5.00	5.25	1.33
	Otoño	2.00	5.50	6.00	0.33
2004	Invierno	7.00	6.50	6.88	1.02
	Primavera	10.00	7.25	7.38	1.36
	Verano	10.00	7.50	7.88	1.27
	Otoño	3.00	8.25	9.13	0.33
2005	Invierno	10.00	10.00	10.75	0.93
	Primavera	17.00	11.50	11.38	1.49
	Verano	16.00	11.25	11.63	1.38
	Otoño	2.00	12.00	12.38	0.16
2006	Invierno	13.00	12.75	14.25	0.91
	Primavera	20.00	15.75	16.63	1.20
	Verano	28.00	17.50	18.25	1.53
	Otoño	9.00	19.00	20.75	0.43
2007	Invierno	19.00	22.50	23.25	0.82
	Primavera	34.00	24.00	23.25	1.46
	Verano	34.00	22.50	23.50	1.45
	Otoño	3.00	24.50	25.13	0.12
2008	Invierno	27.00	25.75	27.50	0.98
	Primavera	39.00	29.25	30.25	1.29
	Verano	48.00	31.25	31.13	1.54
	Otoño	11.00	31.00	31.63	0.35
2009	Invierno	26.00	32.25	33.25	0.78
	Primavera	44.00	34.25	35.63	1.24
	Verano	56.00	37.00	38.50	1.45
	Otoño	22.00	40.00	40.81	0.54
2010	Invierno	38.00	41.75	43.50	0.87
	Primavera	51.00	45.25	45.13	1.13
	Verano	70.00	45.00	45.75	1.53
	Otoño	21.00	46.50	48.50	0.43
2011	Invierno	44.00	50.50	51.88	0.85
	Primavera	67.00	53.25	53.88	1.24
	Verano	81.00	54.50	55.38	1.46
	Otoño	26.00	56.25	57.75	0.45
2012	Invierno	51.00	59.25	62.50	0.82
	Primavera	79.00	65.75	66.63	1.19
	Verano	107.00	67.50		
	Otoño	33.00			

www.fullengineeringbook.blogspot.com

5.24

$$PMC_1 = \frac{2.50 + 3.25}{2} = 2.88$$

$$PMC_2 = \frac{3.25 + 4.00}{4} = 3.63$$

El cuadro 5.4 también muestra estos resultados para todo el periodo de análisis. El índice estacional se obtiene aplicando la ecuación 5.22, la que en este caso daría:

5.25

$$IE_1 = \frac{4.00}{2.88} = 1.39$$

$$IE_2 = \frac{1.00}{3.63} = 0.28$$

En el cuadro 5.5 aparecen los resultados del análisis estacional histórico. La demanda trimestral ajustada se obtiene de:

Cuadro 5.5

Año	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
2002	—	—	1.39	0.28
2003	1.14	1.23	1.33	0.33
2004	1.02	1.36	1.27	0.33
2005	0.93	1.49	1.38	0.16
2006	0.91	1.20	1.53	0.43
2007	0.82	1.46	1.45	0.12
2008	0.98	1.29	1.54	0.35
2009	0.78	1.24	1.45	0.54
2010	0.87	1.13	1.53	0.43
2011	0.85	1.24	1.46	0.45
2012	0.82	1.19	—	—
Total	9.122	12.830	14.341	3.422
Promedio	0.912	1.283	1.434	0.342

Dado que la suma de los promedios alcanza a 3 972, el índice debe ajustarse por regla de tres simple para que sume cuatro. El índice así ajustado da el siguiente resultado:

Invierno	0.918
Primavera	1.289
Verano	1.446
Otoño	0.347
	4.000

Con esta información puede proyectarse la demanda estacional para el año 2013. Como se recordará, se había proyectado que la demanda total para 2013 sería de 263 540 unidades. Dado que la estacionalidad es trimestral, y se desea proyectar la demanda de los próximos trimestres, el resultado obtenido deberá dividirse entre cuatro y multiplicarse por el índice estacional calculado. Así, se tiene:

www.fullengineeringbook.blogspot.com

5.26

$$\frac{263.540}{4} = 65.885$$

Invierno	$65.885 \times 0.918 =$	60.482
Primavera	$65.885 \times 1.289 =$	84.926
Verano	$65.885 \times 1.446 =$	95.270
Otoño	$65.885 \times 0.347 =$	22.862
		263.540

Un método alternativo para el pronóstico de corto plazo es el de afinamiento exponencial, que para pronosticar el valor de las ventas futuras, por ejemplo, toma un promedio ponderado de las ventas reales durante el periodo y del pronóstico realizado para ese periodo. La expresión que representa la forma de cálculo es la siguiente:

5.27

$$\hat{Y}_{t+1} = \alpha(Y_t) + (1 - \alpha)(\hat{Y}'_t)$$

donde Y_{t+1} representa el pronóstico para el próximo periodo de la constante de afinamiento, Y_t la demanda real del periodo vigente y Y_t el pronóstico de la demanda realizado para el periodo vigente.

El valor de α se determina mediante la aplicación del procedimiento que se explica más adelante.

Cuando los periodos anteriores se consideran en el análisis, se les da una ponderación menor al expresar α, que es menor o igual a uno, con una potencia que reduce su grado de influencia a medida que se aleja en el tiempo.

Para determinar cuál promedio móvil o afinamiento exponencial conduce a una mejor proyección, debe calcularse la **desviación típica** (DT) mediante la siguiente expresión para cada proyección, optando por la que exhiba la menor desviación.

5.28

$$DT = \sqrt{\sum_{x=1}^{n} \frac{(Y_x + \hat{Y}'_x)^2}{n}}$$

Por ejemplo, si para los datos de demanda global del mercado, que se muestra en la segunda columna del cuadro 5.6, se calcula el promedio móvil (PM) para proyectar la demanda del mercado en el año 2012, con base en tres y cinco años, se obtiene:

Cuadro 5.6

Año	Mercado Yx	PM (3 años) $\hat{Y}'x$	$Yx - \hat{Y}'x$	$(Yx - \hat{Y}'x)^2$	PM (5 años) $\hat{Y}'x$	$Yx - \hat{Y}'x$	$(Yx - \hat{Y}'x)^2$
2004	38	—					
2005	42	—					
2006	45	—					
2007	48	42	6.33	40.11			
2008	38	45	−7.00	49.00			
2009	45	44	1.33	1.78	42	2.80	7.84
2010	35	44	−8.67	75.11	44	−8.60	73.96
2011	29	39	−10.33	106.78	42	−13.20	174.24
2012	—	36	39				
Total			272.78				256.04

Al calcular la desviación típica de ambas proyecciones, se aprecia que aquella con base en tres años es mejor que la del promedio móvil con cinco años, ya que muestra la menor desviación.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

5.29
$$DT_{3\text{ años}} = \sqrt{\frac{272.78}{5}} = 7.39$$

y

5.30
$$DT_{5\text{ años}} = \sqrt{\frac{256.04}{3}} = 9.24$$

Si el mismo ejemplo se resuelve con el método de afinamiento exponencial para dos casos ($\alpha = 0.30$ y $\alpha = 0.40$), se obtienen los resultados del siguiente cuadro, aplicando la expresión 5.27.[11]

Cuadro 5.7

Año	Mercado Yx	$\alpha = 0.30$	$Yx - \hat{Y}'x$	$(Yx - \hat{Y}'x)^2$	$\alpha = 0.40$	$Yx - \hat{Y}'x$	$(Yx - \hat{Y}'x)^2$
2004	38	40.00	−2.00	4.00	40.00	−2.00	4.00
2005	42	39.40	2.60	6.76	39.20	2.80	7.84
2006	45	40.18	4.81	23.23	40.32	4.68	21.90
2007	48	41.63	6.37	40.63	42.19	5.81	33.73
2008	38	43.54	−5.54	30.67	44.52	−6.52	42.45
2009	45	41.88	3.12	9.75	41.91	3.09	9.55
2010	35	42.81	−7.81	61.05	43.13	−8.15	66.35
2011	29	40.47	−11.47	131.55	39.89	−10.89	118.53
2012		37.03			35.53		
Total				307.65			304.36

De acuerdo con la tabla anterior, la proyección que usa un α de 0.40 es mejor que la de 0.30, ya que exhibe la menor desviación típica. Esto es:

5.31
$$DT_{0.3} = \sqrt{\frac{307.65}{8}} = 6.20$$

y

5.32
$$DT_{0.4} = \sqrt{\frac{304.36}{8}} = 6.17$$

[11] Para obtener Y'_t se aplica la fórmula 5.27 como sigue:

$$Y'2005 = (0.30)(38) + (1 - 0.30)(40) = 39.40$$

$Y'2005$ se calculó como el promedio de los Yx observados.

Resumen

La somera presentación de las técnicas de pronóstico que se analizaron en este capítulo deja de manifiesto la falta de control y confianza en los hechos futuros. Cada técnica tiene características propias que hacen de su elección un proceso especial de decisiones.

La posibilidad, real por cierto, de que en el futuro se den combinaciones nuevas de las condicionantes de un proyecto hace muchas veces inadecuado el uso de técnicas cuantitativas. Sin embargo, el uso complementario de más de una técnica parece ser lo más recomendable.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Cualquiera que sea el método utilizado, la validez de sus resultados dependerá de la calidad de los antecedentes considerados para el pronóstico. Por esto, la cantidad, oportunidad y veracidad de los datos disponibles serán determinantes en la selección del método.

En este capítulo, los métodos de proyección se clasificaron en cualitativos, causales y de series de tiempo. Los primeros se basan principalmente en opiniones de expertos y se utilizan cuando el tiempo es escaso, cuando la información cuantitativa no está disponible o cuando se espera que cambien las condiciones del comportamiento pasado de la variable que desea proyectarse. Los métodos más conocidos en este grupo son el Delphi, la investigación de mercados, el consenso de panel, los pronósticos visionarios y el de analogía histórica.

Para realizar el muestreo existen dos métodos: el probabilístico y el no probabilístico. Para el método probabilístico, la teoría ofrece cuatro formas básicas para elaborar escalas o mediciones en ciencias sociales: nominal, ordinal, de intervalos y proporcional. La investigación de mercados basada en muestreo no probabilístico puede tipificarse en tres categorías: de estratos, de conveniencia de sitio y de bola de nieve.

Los modelos de pronóstico causales se basan en un supuesto de permanencia de las condicionantes que influyeron en el comportamiento pasado de una o más de las variables que se han de proyectar. El pronóstico, en consecuencia, se basa en los antecedentes cuantitativos históricos. Los métodos causales analizados en este capítulo son el modelo de regresión, el modelo econométrico, el método de encuestas de intenciones de compra y el modelo de insumo producto, conocido también como método de los coeficientes técnicos.

Los modelos de series de tiempo también se usan cuando el comportamiento futuro del mercado puede estimarse por lo sucedido en el pasado. Por esto mismo, cualquier cambio en las variables que caracterizaron al ambiente en el pasado, como el avance tecnológico, una recesión, la aparición de productos sustitutos y otros, hace que estos modelos pierdan validez, a menos que subjetivamente se ajuste una serie cronológica para incluir los hechos no reflejados en los datos históricos. Los modelos de series de tiempo analizados en este capítulo son el de promedios móviles y el de afinamiento exponencial.

Preguntas y problemas

1. Analice las variables más determinantes, a su juicio, para seleccionar una técnica de proyección.
2. Explique de qué depende el grado de validez del resultado de una proyección.
3. Explique las principales debilidades de las encuestas y con qué métodos podrían subsanarse de manera complementaria.
4. Explique los conceptos de precisión, sensibilidad y objetividad del método de pronóstico.
5. Explique las principales características y diferencias de los métodos cualitativos, causales y de serie de tiempo.
6. ¿Qué validez tienen, a su juicio, los resultados que se derivan de los métodos Delphi y consenso de panel?
7. Defina la línea de tendencia del conjunto de observaciones de distancias, X, y tiempos de entrega, Y, en la distribución de un producto, que se señalan en el siguiente cuadro:

Embarque observado	Distancia (km)	Entrega (días)
1	146	1.0
2	1.167	6.5
3	328	2.0
4	582	3.5
5	675	4.0
6	173	1.0

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Embarque observado	Distancia (km)	Entrega (días)
7	786	4.5
8	534	3.0

Embarque observado	Distancia (km)	Entrega (días)
9	637	3.5
10	270	1.5

8. Con los datos del problema anterior, calcule el error "estándar" de la estimación.
9. Con los datos del problema 7, calcule el coeficiente de correlación y explique el significado del resultado.
10. Explique las características y el uso del modelo econométrico.
11. Analice en qué consisten y en qué se diferencian los componentes de tendencia, cíclicos, estacionales y no sistemáticos.
12. Calcule por el método de los promedios móviles la demanda esperada para el primer trimestre de 2013 si la demanda trimestral de 2012 fue la siguiente:

Invierno	340
Primavera	290
Verano	175
Otoño	245

13. Con los datos del ejercicio anterior, calcule la demanda estimada para el trimestre primavera de 2012 si la demanda real del trimestre invierno inmediatamente anterior fue de 310 unidades.
14. Calcule la demanda trimestral para el año 2012 que incorpore el efecto estacional, con los siguientes datos:

Año	Trimestre	Demanda real
2010	T_1	371
	T_2	514
	T_3	490
	T_4	312
2011	T_1	308
	T_2	485
	T_3	500
	T_4	410
2012	T_1	390
	T_2	505
	T_3	457
	T_4	427

15. Con los siguientes antecedentes, determine la línea de regresión, calcule y explique el coeficiente de determinación y el error "estándar" de la estimación:

$\Sigma x = 1.239$
$\Sigma y = 79$
$\Sigma xy = 1.613$
$\Sigma x^2 = 17.322$
$\Sigma y^2 = 293$

www.fullengineeringbook.blogspot.com

16. En el estudio de un proyecto para la fabricación local de un producto que se adquiere en la ciudad capital de un país, debe proyectarse la demanda esperada para el año 2013 con la siguiente información disponible:

Año	Unidades
2003	1.603
2004	1.480
2005	1.365
2006	976
2007	1.069

Año	Unidades
2008	1.450
2009	1.115
2010	1.682
2011	1.501
2012	1.712

Pronostique la demanda por el método de promedios móviles con tres y cinco años, y determine en cuál se tendría mayor confianza.

17. Un empresario del rubro textil desea reorientar su línea de producción en vista del gran éxito que han tenido sus colegas en el rubro de la comercialización de una determinada línea de productos. El empresario le proporciona los siguientes antecedentes de ventas de la competencia:

Año	Ventas reales M$
2008	$129 326
2009	$150 448
2010	$198 786

Año	Ventas reales M$
2011	$225 875
2012	$245 865

Con esta información le pide que estime la demanda para los próximos cuatro años. ¿Cómo cree usted que será el comportamiento de la demanda esperada? ¿Qué propondría como metodología de estimación? (No efectúe cálculos).

Comente las siguientes afirmaciones:

a) La información histórica debidamente convalidada permite encontrar las variables que explican el comportamiento pasado. Con estos antecedentes pueden proyectarse los mercados, utilizando técnicas econométricas cuyos resultados siempre serán más confiables que los de otros métodos de proyección.

b) Las técnicas de proyección de mercado son diferentes unas de otras, por lo que sus resultados en un mismo proyecto deben ser distintos. Por otra parte, la decisión de utilizar uno u otro método dependerá del costo de la investigación, puesto que el preparador y evaluador de proyectos debe lograr su objetivo al menor desembolso posible para el inversionista.

c) La decisión de utilizar uno u otro método de proyección del mercado dependerá del tipo de proyecto de que se trate, debiéndose optar por uno de ellos.

d) Cualquier cambio en las variables que caracterizaron a un determinado contexto en el pasado hace perder validez a los modelos de serie de tiempo, sin que existan formas técnicas que resuelvan esta situación.

e) Las técnicas de proyección del mercado solo requieren disponer de información histórica confiable para ejecutar los pronósticos que necesita el proyecto en el periodo de evaluación.

f) La elección del método más adecuado para proyectar el mercado dependerá de la información básica disponible para cada uno de los mercados en el momento de proponer y evaluar un proyecto.

g) La importancia relativa de la situación vigente del mercado es baja, ya que difícilmente permitirá usar la información para algo más que conocer la participación actual del producto en el mercado.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

h) El modelo de regresión múltiple exige procedimientos matemáticos bastante complejos para determinar el valor de las constantes en la proyección de la demanda. Este hecho garantiza una mejor apreciación del comportamiento de la demanda futura, dada la exactitud de sus resultados al considerar todas las variables importantes que inciden en su comportamiento.

Material complementario

Ejercicios recomendados del texto complementario: José Manuel Sapag, *Evaluación de proyectos*, *guía de ejercicios*, *problemas y soluciones*, McGraw-Hill, 3a. ed., 2007:

11. Cementerio parque, **12.** Bebidas y refrescos, **13.** Forestal, **14.** Supermercado, **15.** Demanda hotelera, **16.** Compra de insumos, **61.** Ferrocarriles del Sur.

Bibliografía

Anderson, D.R., D.J. Sweeney y T.A Williams, *Essentials of Statistics for Business and Economics*, Cengage Learning, 2010.

Chambers, J. Mullick, S. y D. Smith, *Cómo elegir la técnica de pronóstico correcta*, Biblioteca Harvard, Grupo Editorial Expansión, 1979-1982.

Dervitsiotis, Kostas N., *Operations Management*, Nueva York, McGraw-Hill, 1981.

Hanke, John E., *Pronósticos en los negocios*, Pearson Education, 2006.

Kinnear, T. y J. Taylor, *Investigación de mercados*, Bogotá, McGraw-Hill, 1998.

Lawrence, K.D. y R.K. Klimberg, *Advances in Business and Management Forecasting*, Volumen 7, Emerald Group Publishing, 2010.

Lira, Ricardo, *Modelos econométricos de demanda*, Santiago, Universidad Católica de Chile-Instituto de Economía, 1976.

Mahadevan, B., *Operation Management: Theory and practice*, Pearson Education India, 2009.

Páramo, Dagoberto, *La etnografía, una aproximación antropológica al estudio del comportamiento del consumidor*, 2010.

Silvestre, J. y F. López, *La economía en la empresa*, McGraw-Hill/Interamericana, 2007.

Sweeney, D.J. y D.R. Anderson, *Estadística para administración y economía*, Cengage Learning Latin America, 2008.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Capítulo 6

Estimación de costos

El objetivo de este capítulo es exponer los elementos fundamentales de la teoría de costos y sus aplicaciones al campo del estudio de proyectos de inversión, así como algunos conceptos que facilitarán, en los capítulos siguientes, el análisis de otros aspectos, como las inversiones, la construcción de flujos o la rentabilidad del proyecto

6.1. Información de costos para la toma de decisiones

Aunque diversos términos, conceptos y clasificaciones se han desarrollado e incorporado a la contabilización de costos tradicionales a fin de que proporcionen información válida y oportuna para la toma de decisiones, los costos no contables siguen siendo los más utilizados cuando debe optarse por uno de varios cursos alternativos de acción.

Mientras que los **costos contables** son útiles en ciertos campos de la administración financiera de una empresa o para satisfacer los requerimientos legales y tributarios, los **costos no contables** buscan medir el efecto neto de cada decisión en el resultado.

Incluso, hay costos de obvio significado para el análisis que no se obtienen de los estados contables. Es el caso, por ejemplo, de los costos fijos a largo plazo y los costos de oportunidad, que no solo deben considerarse en la decisión, sino que probablemente tendrán una influencia marcada en los resultados.

Lo anterior no excluye, sin embargo, la validez y el uso de la estructura de un sistema contable, puesto que para la toma de decisiones se requerirá adicionalmente de ella para determinar los efectos reales de los costos que desean medirse en una situación específica.

6.2. Costos diferenciales

La diferencia en los costos de cada alternativa que proporcione un retorno o beneficio similar determinará cuál de ellas debe seleccionarse. Estos costos, denominados diferenciales, expresan el incremento o la disminución de los **costos totales** que implicaría la implementación de cada una de las alternativas, en términos comparativos respecto a una situación tomada como base y que usualmente es la vigente. En consecuencia, los **costos diferenciales** son los que en definitiva deberán utilizarse para tomar una decisión que involucre algún incremento o decremento en los resultados económicos esperados de cada curso de acción que se estudie.

Este concepto puede ejemplificarse fácilmente si se considera una producción extraordinaria para atender un pedido adicional al programa de producción normal de una empresa. Generalmente, el costo diferencial estará dado exclusivamente por el **costo variable** de producción de esas unidades adicionales, puesto que puede suponerse que los **costos fijos** permanecerán constantes en el supuesto de que no existe un segundo turno.

Para aceptar una orden de producción de un pedido adicional debe saberse si la operación cubre los costos variables, que son los únicos en los que se incurrirá en exceso en relación con los actuales si se acepta el pedido. Si los costos fijos se vieran incremen-

www.fullengineeringbook.blogspot.com

tados, el aumento ocasionado por este pedido sería parte del costo diferencial y, por lo tanto, relevante para considerar en la decisión.

Para aclarar el concepto, suponga la siguiente situación (cuadro 6.1) de una empresa que recibe un pedido especial de 7 000 unidades de un producto cualquiera.

Cuadro 6.1 Ejemplo de costos fijos

Capacidad máxima de producción	96 000 unidades/mes
Capacidad de uso actual	82 000 unidades/mes
Costo materias primas	$3.50 por unidad
Costo mano de obra directa	$4.00 por unidad
Costos indirectos de fabricación variables	$6.10 por unidad
Costos indirectos de fabricación fijos*	$472 500.00 mensuales
Gastos de venta variables**	$1.30 por unidad
Gastos de venta fijos	$122 000.00 mensuales
Gastos administrativos	$108 000.00 mensuales

* Incluye $59 000.00 por depreciación.
** Comisiones a vendedores.

Si se hace abstracción, por el momento, del factor impuestos, ¿cuál será el precio mínimo que debería cobrar la empresa para producir y vender el pedido especial?

En primer lugar, según lo indicado, deben identificarse las partidas de costos diferenciales. Tanto la materia prima como la mano de obra directa y los costos indirectos variables de fabricación son, obviamente, diferenciales, puesto que producir una unidad adicional obliga a incurrir en esos costos.

Los costos de fabricación fijos, independientemente de qué factores los compongan, son un tipo de costo en el que deberá incurrirse, se acepte o no el pedido adicional. Por ello no son un costo diferencial.

Respecto a los gastos de venta variables, es posible dar por sentado que no se incurrirá adicionalmente en ellos, puesto que la empresa recibió un pedido especial, por lo que no corresponde un gasto especial en comisiones de venta. La información respecto a si es un costo diferencial o no es fácilmente obtenible en cualquier proyecto o empresa. En este caso se ha querido demostrar —lo que pronto se analizará— que no todos los costos variables que entrega la contabilidad son relevantes o diferenciales.

Los gastos de venta y los gastos administrativos generalmente son de carácter fijo e independientes del nivel de producción, dentro de los límites de la capacidad máxima instalada. En consecuencia, ambos son irrelevantes para la decisión. No obstante, si dichos gastos presentan variaciones como consecuencia de la producción entonces lo relevante será considerar dicha variación.

De lo anterior pueden extraerse los costos diferenciales que se muestran en el cuadro 6.2.

Cuadro 6.2 Ejemplo de costos diferenciales

Materias primas	$3.50
Mano de obra directa	$4.00
Costo indirecto de fabricación variable	$6.10
Total costos diferenciales unitarios	$13.60

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Por consiguiente, el costo adicional de producir 7 000 unidades extras es de $95 200.00. Cualquier precio superior a $13.60 por unidad será beneficioso para la empresa.

No se ha considerado ningún costo de oportunidad como relevante, porque se supuso que existía cierta capacidad ociosa que no obligaba a sacrificar producciones alternativas para cumplir con el pedido extraordinario ni a desviar la asignación de otros recursos en uso en ese momento (la capacidad de uso actual es menor que la capacidad máxima de producción).

Respecto al impuesto, normalmente existe un tributo adicional por toda venta de la que se adquieren ganancias. La manera de incluir este factor en el análisis es mediante el cálculo del monto de impuesto pagadero en la situación actual y de lo que significaría el incremento si se aceptase el pedido. En ambos casos, para determinar el incremento, se efectúa un cálculo netamente contable, ya que es sobre esta base como se pagarán esos impuestos.

recuerde y reflexione

Todas las partidas de costo que no varíen al implementarse alguna operación como alternativa a la actual deberán excluirse de la **regla de decisión**, tal como se hizo en el ejemplo anterior. En otras palabras, solo son relevantes aquellas partidas de costos que son diferentes entre cada alternativa estudiada y una situación base de comparación. En la regla de decisión deberá tomarse en consideración solo el **efecto neto**, es decir, la variación neta de costos resultantes de la comparación.

El ejemplo anterior se aprovechó para mostrar que los costos diferenciales no son necesariamente lo mismo que los costos variables, aunque pueden coincidir. Mientras los costos variables son aquellos que cambian directamente con el **volumen de producción**, los diferenciales se refieren a la variación entre las alternativas específicas que se analizan, pudiendo o no coincidir con los variables. En muchos casos puede también esperarse que los costos fijos cambien. Por ejemplo, si el cambio en el nivel de actividad implica variar el número de supervisores, equipos, seguros u otros, la variación de estos costos fijos será relevante, tanto si redundan en aumento como en ahorro de costos.

Tomando en consideración el concepto de costos diferenciales, puede aplicarse el ejemplo al siguiente caso. Suponga que una empresa hoy vende 500 millones de dólares anuales con un contrato a cuatro años, con costos directos de producción de 80 millones de dólares anuales y costos fijos por 200 millones de dólares. Al proyectar el flujo de la situación actual, haciendo abstracción por un momento del factor impuestos, puede observarse que los flujos proyectados de la compañía generan un valor actual de 668.22 millones de dólares. Es decir, ese es hoy el **valor compañía**.

Cuadro 6.3 Situación actual

Situación actual	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Ingresos		500	500	500	500
Costo de producción		(80)	(80)	(80)	(80)
Costos fijos		(200)	(200)	(200)	(200)
Inversiones	0				
Flujo neto	**0**	**220**	**220**	**220**	**220**
VAN 12%	**668.22**				

Si la empresa recibe un nuevo contrato que le implica ampliar su línea de producción y como consecuencia de ello aumentar la venta de $300 millones anuales a $800, con una inversión de 500 millones de dólares, sus costos de producción aumentarán de 80 a 128 millones; sin embargo, sus costos fijos no variarán como producto de esta decisión.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Cuadro 6.4 Situación con proyecto

Situación con proyecto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Ingresos		800	800	800	800
Costo de producción		(128)	(128)	(128)	(128)
Costos fijos		(200)	(200)	(200)	(200)
Inversiones	(500)				
Flujo neto	**(500)**	**472**	**472**	**472**	**472**
VAN 12%	**933.63**				

Como puede observarse, esta situación genera valor a la compañía, pues la empresa vale más con proyecto que sin él, ya que el valor de la empresa con proyecto es mayor que sin proyecto; por lo tanto, podría recomendarse su curso de acción. Sin embargo, esta decisión podría perfectamente evaluarse sin tener la necesidad de comparar el valor de la empresa con y sin proyecto. Al aplicar el concepto de costos diferenciales se puede llegar llegar exactamente al mismo resultado.

La empresa debe invertir 500 millones de dólares en la ampliación, lo que le va a generar 300 millones más de venta, que corresponde al ingreso del nuevo contrato. Por otra parte, los costos de producción aumentarán de 80 a 128 millones de dólares, lo que significa que el nuevo contrato genera costos variables por 48 millones de dólares anuales. Por último, los costos fijos no cambiarán con la adjudicación del nuevo contrato, por lo que constituyen costos irrelevantes para el proceso de toma de decisiones, pues con o sin proyecto deberá incurrirse en ellos; es decir, su inclusión no aportan al análisis. De esta manera el flujo diferencial sería el siguiente:

Cuadro 6.5 Flujo relevante

Flujo relevante	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Ingresos		300	300	300	300
Costo de producción		(48)	(48)	(48)	(48)
Costos fijos		0	0	0	0
Inversiones	(500)				
Flujo neto	**(500)**	**252**	**252**	**252**	**252**
VAN 12%	**265.41**				
TIR	**35%**				

Lo anterior corresponde al flujo del proyecto, no al de la empresa con o sin contrato. Como puede observarse, el valor actual neto (VAN) del proyecto es equivalente a la diferencia del valor de empresa con y sin proyecto al comparar el valor de la inversión con los beneficios incrementales, es posible entonces estimar la rentabilidad de dicha inversión, la que en este caso alcanza 35% según su tasa interna de retorno TIR.

6.3. Costos futuros

Cualquier decisión que se tome en el presente afectará los resultados futuros. Los **costos históricos**, por el hecho de haberse incurrido en ellos en el pasado, son inevitables. Por lo tanto, cualquier decisión que se tome no hará variar su efecto en el costo total. El caso más claro de un costo histórico irrelevante es la compra de un **activo fijo**. En el momento en el que se adquirió dejó de ser evitable, y cualquiera que sea la alternativa por la que se opte, la inversión ya extinguida no será relevante.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

recuerde y reflexione

Los costos históricos en sí mismos son irrelevantes en las decisiones, puesto que por ya haber ocurrido no pueden recuperarse.

El costo histórico del activo difiere del costo del bien producido con dicho activo, independientemente que sí puede ser relevante. Esta sería la situación de un activo comprado en el pasado sobre el cual pueda tomarse una decisión a futuro que genere ingresos si se destina a usos optativos, como su venta, arriendo u operación. En estos casos, el factor relevante siempre será qué hacer a futuro. En ninguna evaluación se incorpora como patrón o elemento de medida la inversión ya realizada. Si se quiere medir la rentabilidad de los activos, independientemente de quién lo adquirió, cuándo lo hizo y a qué precio, debe considerarse solo su reflejo como **costo de oportunidad** hoy, es decir, considerando su valor de mercado, cuya inclusión en el análisis es correcta.

recuerde y reflexione

Del punto de vista del inversionista o empresa que ya adquirió un activo y desea evaluar un proyecto en el cual se requiere del uso de dicho activo, por cierto resulta irrelevante de considerar, pues ya está adquirido y por lo tanto resulta inevitable revertir esa situación, sin embargo, en el caso de un activo ya adquirido, el preparador y evaluador de proyectos deberá identificar su costo de oportunidad y compararlo con el VAN del proyecto que desea llevar a cabo con ese activo.

Suponga que un inversionista desea realizar un proyecto inmobiliario en un terreno que adquirió hace cuatro años en 300 000 dólares y que hoy vale 500 000. Para efectos de su evaluación, el terreno es un costo hundido y por lo tanto inevitable, por lo que no debiera incluirlo en su análisis; sin embargo, dicho terreno tiene un costo de oportunidad, que es su valor de mercado actual, no cuánto pagó por él. Por consiguiente, un análisis correcto debiera calcular el VAN del proyecto sin incorporar el valor del terreno y compararlo con su costo de oportunidad, es decir, los 500 000 dólares que podría obtener hoy. Ahora, si el inversionista quiere medir la rentabilidad del proyecto puro, independientemente de quién lo ejecuta, es correcto incorporar el valor del activo pero a precio de mercado, es decir, 500 000 dólares. Distinto sería si dicho terreno está sujeto a alguna contingencia legal que impida su enajenación, en cuyo caso el costo de oportunidad sería diferente.

Aunque en palabras resulte claro y lógico el planteamiento, en la práctica no siempre es así. Muchos inversionistas no se deciden a abandonar un proyecto en consideración al alto volumen de la inversión realizada y que no se resignan a perder. Desafortunadamente, no visualizan que abandonar a tiempo significa no aumentar la pérdida.

En otros casos se da la situación inversa, es decir, los inversionistas optan por abandonar el negocio en circunstancias que permitirían minimizar la pérdida, si bien no reportarían utilidad.

6.4. Costos pertinentes por sustitución de instalaciones

Los cálculos económicos de inversión para la **sustitución de instalaciones** constituyen uno de los análisis más complejos en la consideración de costos relevantes, no tanto por los procedimientos empleados como por la disponibilidad de la información adecuada.

El análisis de sustitución de instalaciones puede tener en cuenta tanto los aumentos como el mantenimiento de la capacidad productiva. Los casos de reemplazo que no incrementan la capacidad pueden deberse a que las instalaciones por sustituir han llegado a su punto de agotamiento, o a que, aun cuando pueden seguir funcionando, aparece una alternativa con probabilidades de mayor conveniencia. En esta segunda hipótesis se presentan dos posibilidades que alteran el procedimiento de cálculo: *a*) que las instalaciones nuevas tengan una vida útil igual a la vida restante de las instalaciones por reemplazar, o *b*) que las instalaciones nuevas tengan una duración mayor que la vida útil restante de las que estén en uso.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

La importancia de la sustitución con aumentos de la capacidad justifica que este caso se analice de manera especial en el apartado siguiente. A continuación se presenta una explicación del caso de reemplazo de un equipo en uso por otro con igual vida útil. Si bien esta pudiera parecer una alternativa poco práctica, es necesario su estudio para fundamentar el análisis pertinente. Aún más, es una situación real en muchas empresas que esperan un cambio tecnológico importante en un futuro cercano (por ejemplo, cinco años), en circunstancias en las cuales ya existe una máquina cuya tecnología es mejor que la que se encuentra en uso, pero todavía no perfeccionada hasta el punto esperado al término de esos cinco años.

De acuerdo con lo señalado, el razonamiento consistirá en determinar las ventajas económicas diferenciales del equipo nuevo frente al antiguo, es decir, determinar si el ahorro en los gastos fijos y variables de operación originados por el reemplazo es suficiente para cubrir la inversión adicional y para remunerar el capital invertido a una tasa de interés razonable a fin de cubrir el costo de oportunidad, en función del riesgo implícito en la decisión.

Cuando los costos fijos y los ingresos de operación permanecerán constantes, ellos se excluyen del cálculo de la rentabilidad de la inversión. Para determinar el ahorro generado por la nueva inversión, se trabaja con costos constantes de los factores de producción, puesto que los cambios en el precio de la materia prima o en la remuneración a la mano de obra directa afectarían por igual en ambas alternativas, a menos que por efectos de la nueva inversión pudiera recurrirse a materia prima más barata o a trabajadores de diferente calificación. Cualquiera que sea el caso, deberán determinarse los costos diferenciales.

Si el equipo viejo tuviera un **valor residual** al término del periodo de evaluación, este deberá descontarse a la tasa exigida para determinar el efecto que ello tiene en el valor presente. Del equipo nuevo deberá estimarse el valor residual al término del periodo de evaluación.

Con estos antecedentes y otros valores diferenciales que pudieran determinarse como impuestos (por ejemplo, a raíz del reemplazo de las instalaciones), se procede a calcular el **Valor Actual Neto (VAN)** y la **Tasa Interna de Retorno (TIR)** del flujo de caja relevante proyectado, en relación con la inversión de sustitución.[1]

6.5. Sustitución con aumento de capacidad

La mayoría de las inversiones tienen por objeto aumentar la capacidad productiva de una empresa para hacer frente a una expansión del mercado o a la introducción en nuevos mercados. La inversión, en estos casos, estará condicionada por la estimación de las cantidades futuras de venta y por el efecto de estas sobre los ingresos netos.

El aumento de la capacidad puede o no influir sobre la cuantía de los gastos variables unitarios. Esto dependerá del efecto del aumento de la operación en el rendimiento técnico y del costo de los factores de producción. Si la sustitución mejora el rendimiento, los costos directos serán menores. La sustitución puede aumentar proporcionalmente la producción sin incrementar el rendimiento. En este caso, los **costos variables unitarios** permanecerán constantes. En cualesquiera de estos dos costos, el incremento en volumen puede repercutir en el costo de los factores de producción. Probablemente puedan aprovecharse descuentos por volumen en la compra de materias primas o existir modificaciones en la **tasa horaria de trabajo**.

[1] Ver el capítulo 16.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Si el aumento de la capacidad es significativo, posiblemente la infraestructura física y administrativa crecerá, incrementando los costos fijos. En esta situación, estos sí son relevantes para tomar la decisión. Cada situación deberá ser analizada de manera particular, identificando para cada caso las variaciones en costos fijos, variables, ingresos y capacidad instalada. Solo de esta manera se podrán construir los flujos relevantes que permitirán recomendar el mejor curso de acción; de lo contrario podrían incorporarse distorsiones en el análisis que conlleven a decisiones erróneas.

Lo anterior lleva a concluir que al determinar el ingreso diferencial y las variaciones en los costos fijos y variables de operación asignables a la sustitución, podrá elaborarse el flujo de caja relevante que corresponde al reemplazo, el cual deberá compararse, una vez actualizado, con el monto de la inversión adicional, corregido según el valor residual de liquidación del equipo antiguo.

6.6. Elementos relevantes de costos

El análisis precedente ha pretendido aclarar el concepto de **costo relevante** para la toma de decisiones, pero sin identificar aquellos costos que normalmente serán pertinentes.

Aunque es posible, en términos genéricos, clasificar ciertos ítems de costos como relevantes, solo el examen exhaustivo de aquellos que influyen en el proyecto posibilitará catalogarlos correctamente. Para identificar las diferencias existentes entre las alternativas, es recomendable establecer previamente las funciones de costos de cada una de ellas. De su comparación resultará la eliminación, para efectos del estudio, de los costos inaplicables.

Si hubiera que dirigir el estudio de las diferencias de costos, los siguientes deberían considerarse como prioritarios:

- Costos de comercialización.
- Variaciones en los estándares de materia prima.
- Tasa de salario y requerimientos de personal para la operación directa.
- Necesidades de supervisión e inspección.
- Combustible y energía.
- Volumen de producción y precio de venta.
- Desperdicios o mermas.
- Valor de adquisición.
- Valor residual del equipo en cada año de su vida útil restante.
- Impuestos y seguros.
- Mantenimiento y reparaciones.

La lista anterior es fácil de complementar. Sin embargo, es necesario insistir sobre el costo de oportunidad externo a las alternativas que pudiera repercutir de manera diferente en cada una de ellas. Si bien puede ser el costo más complejo de cuantificar, es imprescindible para tomar la decisión adecuada.

Todos estos costos, como se indicó antes, deben considerarse en términos reales, para lo cual debe incorporarse el factor tiempo en el análisis. Todo cálculo de la rentabilidad comparada de las alternativas obliga a la consideración de los costos en función de un flujo proyectado. El cálculo de la rentabilidad sigue los procedimientos usuales indicados en el capítulo 17, aunque la base de los antecedentes se exprese en valores diferenciales.

6.7. Costos sepultados

concepto clave

Costos sepultados: corresponden a una obligación de pago que se contrajo en el pasado, aunque parte de ella esté pendiente de pago a futuro.

Una clase de costos que, a pesar de ser irrelevante, más comúnmente es considerado en el momento de tomar una decisión son los llamados **costos sepultados**.

Un costo se denomina sepultado si corresponde a una obligación de pago que se contrajo en el pasado, aunque parte de ella esté pendiente de pago a futuro. Si bien constituye un **pago futuro**, tiene un carácter inevitable que lo hace irrelevante. La parte de la deuda contraída y no

www.fullengineeringbook.blogspot.com

pagada es un compromiso por el cual debe responder la empresa, independientemente de las alternativas que enfrente en un momento dado.

La excepción a lo señalado la constituye la posibilidad de alterar la modalidad de pago, siempre que ella no esté asociada con todas las alternativas a las que se enfrenta la decisión. En este caso, la relevancia se produce por la variabilidad que ocasionaría el valor del dinero en el tiempo.

Fácilmente podrá apreciarse que un costo sepultado puede consistir tanto en un costo fijo como en uno variable.

6.8. Costos pertinentes de producción

El uso más frecuente del análisis de costos pertinentes está relacionado con las decisiones de fabricación. Dentro de estas, son fundamentales las de optar por fabricar o comprar, seleccionar la combinación óptima de producción y minimizar la inversión en inventarios. A estos casos se hará referencia en esta sección. Sin embargo, existen otras áreas de decisión tan importantes como las señaladas, pero menos frecuentes en la práctica, como la localización de la planta, la selección de alternativas de uso de materias primas y el abandono de una línea de productos, entre otras.

La decisión entre **fabricar o comprar** puede parecer más simple de lo que realmente es. La decisión de fabricar requiere inversiones en capital. Por lo tanto, aunque parece claro que debería adoptarse cuando los ahorros de los costos esperados tienen un rendimiento sobre la inversión mayor que el que podría esperarse de una inversión alternativa, hay dificultades serias en la determinación de los costos pertinentes a la decisión. Al exigirse la consideración de proyecciones económicas en el tiempo, surgen adicionalmente los problemas de la estimación de las variables futuras; pero, al margen de esto, hay costos de difícil cuantificación. Por ejemplo, si la fabricación implica hacer uso de espacios existentes, será necesario estimar el beneficio que reportaría su uso en otra alternativa. Si se considera la alternativa de fabricar, se requerirá proyectar costos de adquisición, remuneraciones, costos indirectos de fabricación y otros que, en conjunto, le otorgan al proyecto un carácter con todas las connotaciones analíticas señaladas a lo largo de este libro.

El análisis para seleccionar la **combinación óptima de producción** es, generalmente, menos complejo. Si bien también presenta limitaciones respecto a la necesidad de estimar todas las variables del mercado, el estudio se centra prácticamente en el margen de contribución, debido a que, frente a costos fijos inevitables para cualquier mezcla de producción, los factores pertinentes serían el precio y los costos variables. Sin embargo, no deben descuidarse los costos fijos que pudieran cambiar con distintas opciones de mezclas, la cantidad de productos vendidos de cada componente de cada mezcla que condicionará el beneficio neto de la decisión ni los otros factores señalados previamente en este capítulo.

El análisis de costos pertinentes para la determinación del tamaño óptimo del inventario debe estudiar los costos que varían en función del lote de compra y los costos de mantenimiento de inventarios. Muchos **costos relativos a inventarios** son variables; no obstante, son pocos los que deben considerarse para una decisión. Ya se han expuesto los criterios generales para determinar su inclusión; ahora es preciso, además, destacar un elemento particular de costos relevantes que se desprende del hecho de que los inventarios constituyen una inversión. Por lo tanto, debe considerarse un interés sobre los costos de incremento evitables para asignar su parte correspondiente al costo de oportunidad de los fondos invertidos. Dada la enorme cantidad de opciones de tamaño de inventarios que se presentan en una empresa con muchos ítems inventariables, los costos pertinentes pueden calcularse respecto a los artículos de mayor valor. Normalmente, no más de 20% de los artículos representan 80% de la inversión en inventarios.

6.9. Funciones de costos de corto plazo

En el corto plazo, la empresa que se creará con el proyecto presentará costos fijos y variables. Los costos fijos totales son aquellos que deberá pagar en un periodo determinado, independientemente de su nivel de producción (arriendo de bodegas, algunas remuneraciones, seguros de máquina, etcétera).

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Cuadro 6.6 Costos variables unitarios constantes

Q	*CFT*	*CVT*	*CT*	*CFMe*	*CVMe*	*CMeT*	*CMg*
0	800	0	800				
1	800	120	920	800	120	920	120
2	800	240	1 040	400	120	520	120
3	800	360	1 160	267	120	387	120
4	800	480	1 280	200	120	320	120
5	800	580	1 380	160	116	276	100
6	800	680	1 480	133	113	247	100
7	800	810	1 610	114	116	230	130
8	800	950	1 750	100	119	219	140
9	800	1 130	1 930	89	126	214	180
10	800	1 350	2 150	80	135	215	220

Los costos variables totales son los pagos que dependen del nivel de producción (costo de los envases, mano de obra directa, materias primas, etcétera). La suma de ambos da el **costo total** del periodo.

Dentro de los límites de una capacidad dada de planta, la empresa podrá variar sus niveles de producción cambiando la cantidad de insumos ocupados y, por lo tanto, sus costos variables totales. Dentro de ciertos rangos de variación, los costos fijos se mantendrán constantes.

Cuando se dispone de la información de las funciones de costos fijos, variables y totales, pueden derivarse de ella las funciones de costo unitario: el **costo fijo medio** (*CFMe*), que se calcula dividiendo los costos fijos totales entre el nivel de producción (*Q*); el **costo variable medio** (*CVMe*), que se determina dividiendo los costos variables totales entre la producción; el **costo medio total** (*CMeT*), que se obtiene sumando *CFMe* y *CVMe* o dividiendo el costo total entre la producción, y el **costo marginal** (*CMg*), que corresponde a la variación en costos totales (*CT*) frente a un cambio unitario en la producción.

Las relaciones anteriores se deducen en el cuadro 6.6, que supone costos variables unitarios constantes para las primeras cuatro unidades de producción, **economías de escala** de la quinta a la séptima y **deseconomías de escala** a partir de la octava.[2]

Deberá hacerse referencia a los rendimientos marginalmente crecientes y a los rendimientos marginalmente decrecientes, ya que es una relación de corto plazo, y son estos los que, en definitiva, determinan la forma de la función de *CVMe*.

En el cuadro anterior se observa que los costos fijos totales (*CFT*) son iguales para cualquier nivel de producción, mientras que los costos variables totales (*CVT*) son cero cuando la producción es cero y aumentan cuanto mayor sea la producción. La función de costos totales (*CT*) es igual a la de costos variables totales (*CVT*), pero se ubica $800.00 sobre esta en cualquier nivel de producción, debido a que se agregó tal cantidad como costo fijo.

[2] Hay economías de escala cuando, por ejemplo, se logran descuentos en compras por volúmenes mayores. Hay deseconomías de escala, por ejemplo, cuando debe recurrirse a fuentes más lejanas de abastecimiento por el mayor volumen de operación.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Las funciones de costo variable medio (*CVMe*), costo medio total (*CMeT*) y costo marginal (*CMg*) decrecen inicialmente para después volver a subir. También entre ellas se observa que la diferencia entre *CMeT* y *CVMe* es igual a los costos fijos medios (*CFMe*).[3]

6.10. Análisis costo-volumen-utilidad

concepto clave

Análisis costo-volumen-utilidad (o análisis del punto de equilibrio): muestra las relaciones básicas entre costos e ingresos para diferentes niveles de producción y ventas, asumiendo valores constantes de ingresos y costos dentro de rangos razonables de operación.

El **análisis costo-volumen-utilidad**, también conocido como **análisis del punto de equilibrio**, muestra las relaciones básicas entre costos e ingresos para diferentes niveles de producción y ventas,[4] asumiendo valores constantes de ingresos y costos dentro de rangos razonables de operación. El resultado de la combinación de estas variables se expresa por:

6.1
$$R = pq - vq - F$$

donde R es la utilidad; p, el precio; q, la cantidad producida y vendida; v, el costo variable unitario o *CVMe* y F, los costos fijos totales.

Para determinar la cantidad de equilibrio (la que hace que la utilidad o resultado sea igual a cero), puede aplicarse la siguiente expresión algebraica, derivada de la anterior:

concepto clave

Apalancamiento operacional (o elasticidad de las ganancias): la relación que existe entre costos fijos y variables y mide el cambio porcentual de las utilidades totales frente a un aumento en la producción y las ventas.

6.2
$$q = \frac{F}{P - V}$$

La relación entre costos fijos y variables se denomina **apalancamiento operacional** (*AO*) o **elasticidad de las ganancias**, y mide el cambio porcentual de las utilidades totales frente a un aumento en la producción y las ventas, lo que se calcula por:

6.3
$$AO = \frac{q(P - V)}{q(P - V - F)}$$

Por ejemplo, si el precio unitario fuese $100.00, los costos fijos dentro del rango de análisis $30 000.00 y el costo variable medio $40.00, la cantidad de equilibrio sería, aplicando la ecuación 6.2, la siguiente:

6.4
$$q = \frac{30\,000}{100 - 40} = \frac{30\,000}{60} = 500$$

Esto indica que si el proyecto logra producir y vender 500 unidades, su utilidad sería cero; si vende más de esa cantidad, tendrá ganancias; y si es menos, tendrá pérdidas.[5]

Si quisiera calcularse el nivel de operación que permita obtener una ganancia (R) definida ($15 000.00, por ejemplo), bastaría con sumar este valor a los costos fijos y aplicar nuevamente la fórmula 6.2. Así, se tendría:

6.5
$$q = \frac{F + R}{p - v} = \frac{30\,000 + 15\,000}{100 - 40} = \frac{45\,000}{60} = 750$$

Lo anterior muestra que la producción y las ventas de 750 unidades permitirá obtener, en las condiciones indicadas, una utilidad de $15 000.00. Reemplazando en la ecuación 6.1, se demuestra que:

6.6
$$R = (100*750) - (40*750) - 30\,000 = 15\,000$$

[3] En el capítulo 9 se hace una aplicación sobre el uso de los costos medios totales frente a los costos marginales para tomar una decisión.

[4] En el siguiente capítulo se propone un modelo ampliado.

[5] Como puede observarse, este modelo no incorpora, entre otros, los efectos tributarios, los costos de capital por la inversión realizada, ni el costo por la pérdida de valor que toda inversión puede enfrentar a futuro.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Asimismo, reemplazando en 6.3 los valores conocidos para una $q = 600$ y otra $q = 700$, resultan los siguientes apalancamientos operacionales:

6.7

$$AO = \frac{600(100 - 40)}{600(100 - 40) - 30\,000} = \frac{36\,000}{6\,000} = 6$$

$$AO = \frac{700(100 - 40)}{700(100 - 40) - 30\,000} = \frac{42.000}{12.000} = 3.5$$

Lo anterior muestra que cuanto más lejos se encuentre el nivel de operación del **punto de equilibrio**, menor es el cambio porcentual en las ganancias. Note que cuanto mayor sea la diferencia entre el precio unitario y los costos variables unitarios o costo medio variable, mayor será el apalancamiento operacional. Esta diferencia, denominada **margen de contribución**, muestra con cuánto contribuye cada unidad vendida a cubrir los costos fijos, primero, y a generar utilidades del punto de equilibrio, después.

concepto clave

Margen de contribución: la diferencia entre el precio unitario y los costos variables unitarios o costo medio variable.

Cabe señalar que el análisis anterior corresponde a un análisis de corto plazo, pues no considera los costos de inversión ni tampoco el costo de capital correspondiente a la rentabilidad exigida a la inversión. Cuando se estudie el análisis de sensibilidad a VAN cero se volverá a tocar este punto. En el corto plazo, la herramienta es útil, pues permite determinar cuánto requiere venderse para cubrir al menos los costos fijos de administración. Sin embargo, en una mirada de largo plazo, en particular cuando se está analizando la conveniencia económica de invertir en un proyecto, la incorporación de los costos de inversión y de capital resultan relevantes para el cálculo del punto de equilibrio.

6.11. Costos contables

Aunque en la preparación del proyecto deben considerarse los costos efectivos y no los contables, estos últimos son importantes para determinar la magnitud de los **impuestos** que se gravan a las utilidades. Las normas IFRS obligan a las empresas a llevar contabilidades paralelas: una tributaria y otra financiera. La primera mantiene los principios tradicionales de la contabilidad para el cálculo de los tributos por venta de activos y utilidades generadas; en cambio, la segunda tiene por objeto acercar el valor patrimonial a la realidad del mercado. Para efectos de evaluación de proyectos se busca determinar el efecto impositivo esperado, por lo tanto se mantienen los principios de depreciación para el cálculo de impuestos por venta de activos e impuestos por actividades contables generadas.

Para fines tributables, la inversión en una máquina, por ejemplo, no genera aumento ni disminución de riqueza; por lo tanto, no hay efectos tributables por la compra de activos. Sin embargo, cuando se usa el activo, empieza a perder valor por el deterioro normal de ese uso y también por el paso del tiempo. Como el fisco no puede revisar el grado de deterioro de cada activo de un país, define una pérdida de valor promedio anual para activos similares, que denomina **depreciación**. La depreciación, entonces, no constituye un egreso de caja (el egreso se produjo cuando se compró el activo), pero es posible restarlo de los ingresos para reducir la utilidad y con ello los impuestos. Por ejemplo:

concepto clave

Depreciación: se refiere a la pérdida contable de valor de activos fijos, lo que no necesariamente coincide con la depreciación efectiva del activo, que dependerá de la tasa de uso que se dé con la implementación de las IFRS tenderán a coincidir según el criterio que se utilice.

Cuadro 6.7 Ejemplo de depreciación

+ Ingresos	1 000
− Costos desembolsables	(500)
− Depreciación	(100)
= Utilidad antes de impuesto	400
− Impuestos (15%)	(60)
= Utilidad neta	340

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Si se analiza el efecto neto sobre el flujo de caja se tendría que los ingresos ($1 000) menos los costos desembolsables ($500) y menos el impuesto, también desembolsable ($60), daría un flujo neto de $440. Este análisis puede obviarse si a la utilidad neta ($340) se suma la depreciación que había sido restada ($100), con lo cual se llega a calcular directamente un flujo de caja de $440 para ese periodo.

recuerde y reflexione

Los plazos de depreciación, así como la manera de calcularlos, difieren entre países. Por ello, el preparador del proyecto deberá velar por recoger en detalle la normativa legal que condicionará la estimación de los tributos.

concepto clave

Vida útil contable: se refiere al número de periodos en los que un organismo fiscal permite depreciar el activo.

Vida útil técnica: se refiere a la duración efectiva del activo.

El término depreciación se utiliza para referirse a la pérdida contable de valor de activos fijos, lo que no necesariamente coincide con la depreciación efectiva del activo, que dependerá de la tasa de uso que se dé; de ahí la importancia de diferenciar la **vida útil contable** de la **vida útil técnica** o real. Mientras la primera se refiere al número de periodos en los que un organismo fiscal permite depreciar el activo, la segunda se refiere a la duración efectiva del mismo. Este último punto es muy relevante para la proyección de activos de reemplazo, que se analizará más adelante.

El mismo concepto referido a un activo intangible o nominal se denomina **amortización del activo intangible**. Un caso típico de este tipo de activo es el desarrollo de un software computacional. Por ejemplo, el desarrollo de una aplicación específica para un sistema SAP (sistemas de análisis y programas), el cual puede ser entregado en una unidad de almacenamiento puede ser muy barato, pero su contenido intangible puede llegar a ser muy costoso. Su obsolescencia natural se promedia en una pérdida de valor anual conocido, como ya se mencionó, con el término de amortización de intangible.

Si durante el periodo de evaluación del proyecto debe reemplazarse un activo cualquiera, es muy probable que este pueda venderse. Si dicha venta genera utilidades, deberá considerarse un impuesto por ella.

recuerde y reflexione

Para determinar la utilidad contable en la venta de un activo, deberá restarse del precio de venta un costo que sea aceptado por el fisco. Al igual que con la depreciación, el fisco determina una convención para el cálculo de este costo, que debe ser igual al valor no depreciado de los activos. En términos contables, esto se denomina **valor libro de los activos**.

Por ejemplo, si un activo que costó $1 200 y que al momento de venderse en $600 tiene una depreciación acumulada (suma de las depreciaciones anuales hasta el momento de la venta) de $800, puede mostrar un valor libro de $400 ($1 200 − $800). La utilidad contable en la venta del activo sería:

Cuadro 6.8 Ejemplo de utilidad contable en la venta del activo

+ Venta de activos	600
− Valor libro del activo	(400)
= Utilidad contable antes de impuesto	200
− Impuesto (15%)	(30)
= Utilidad después de impuesto por venta de activo	170
+ Valor libro activo	+400
= Utilidad neta por venta del activo	$570

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Para determinar el impacto sobre el flujo de caja puede decirse que de la venta de $600 se destinaron $30 a impuestos, con lo que quedó un flujo neto de $570. Al igual que con la depreciación, existe una forma directa para calcular el flujo efectivo, sumando a la utilidad neta el valor libro que se restó para fines tributarios sin ser salida de caja. Así también se llega a $570, sumando los $170 con los $400.

El caso de la venta de un activo con pérdidas contables se analizará en el capítulo 13 por tener un impacto sobre los beneficios del proyecto, pues ello genera una pérdida contable que genera un crédito tributario.

El **efecto tributario** también se observa en la variación de los costos, tanto en aquellos proyectos que los incrementan (una ampliación, por ejemplo) como en los que los reducen (un reemplazo de tecnología ineficiente por otra eficiente).

Para analizar solo el efecto tributario, en el siguiente ejemplo se asumirá que los costos varían sin que haya cambios en los niveles de beneficios, en el cuadro 6.9 se muestra una situación base en la cual la empresa tiene utilidades contables; una situación con proyecto, en la cual se aumenta el costo de un factor (por ejemplo, sueldos), y un **análisis incremental**, en el cual solo se muestra el impacto de la variación de costos.

Cuadro 6.9

Situación base		Con proyecto	Incremental
Ingresos	30 000	30 000	0
Costos	(12 000)	(16 000)	(4 000)
Depreciación	(4 000)	(4 000)	0
Utilidad	14 000	10 000	(4 000)
Impuesto	(2 100)	(1 500)	600
Utilidad neta	11 900	8 500	(3 400)
Depreciación	4 000	4 000	0
Flujo neto	15 900	12 500	(3 400)

El aumento en los costos de $4 000 hace que se reduzca el flujo de caja en solo $3 400 (la diferencia entre $15 900 y $12 500). En la columna incremental se incluye únicamente el costo relevante para la decisión.

Como se explicó antes, cualquier baja en la utilidad hace que la empresa deje de pagar el impuesto sobre esa reducción, el que, en este ejemplo, es de 15%. La utilidad negativa, en el análisis incremental, no significa necesariamente pérdida, sino reducción de la utilidad. Por eso, en el análisis incremental, en vez de asociar cero impuesto a una utilidad negativa, se considerará un ahorro de costo equivalente a ese porcentaje.

De la misma manera, un proyecto de mejora que reduzca los costos de la empresa deberá considerar que el aumento, en las utilidades está asociado con un aumento en el impuesto que debe pagarse.

El costo de una deuda también es deducible de impuestos y, en consecuencia, tiene un impacto tributario positivo que debe incluirse en el flujo de caja cuando se busca medir la rentabilidad de los recursos propios invertidos en un proyecto.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

6.12. IVA (Impuesto al Valor Agregado)

El tratamiento del **Impuesto al Valor Agregado**,[6] existente en la mayoría de los países del mundo y que grava los bienes y servicios, puede analizarse en la preparación y evaluación de proyectos de distintas maneras, dependiendo de las disposiciones legales y tributarias vigentes, de los desembolsos que por este concepto deban efectuarse y del tiempo de su recuperación.

Es habitual escuchar que este impuesto no debe considerarse en los flujos, ya que la empresa solo actúa como intermediaria entre el Estado y el comprador de bienes o servicios que se ofrezcan.

De esta manera, los bienes y servicios adquiridos por una empresa, a los cuales les agrega valor mediante su trabajo productivo, al venderlos posteriormente debe incorporarles el impuesto del IVA por el total de lo vendido. Sin embargo, como tuvo que adquirir materias primas u otros bienes y servicios objetos de IVA, en su declaración mensual de impuestos la empresa señalará el IVA pagado, denominado **IVA crédito** por su recuperabilidad, y el IVA recibido, denominado **IVA débito** por su obligación de pago. Como el IVA recibido es mayor que el pagado, pues se asume que el proyecto genera valor agregado, entonces deberá cancelar al fisco la diferencia, anotando el neto de su efecto en los flujos, razón por la cual muchos sostienen que este impuesto no debe considerarse en los flujos del proyecto.

Supongamos el siguiente ejemplo tomando como base un IVA de 20%. El proyecto requiere invertir 40 000 dólares en activos netos de IVA, por lo que la inversión inicial con IVA es de 48 000 dólares, de los cuales 8 000 corresponden únicamente a IVA. Dado que quien ejecuta el proyecto debe necesariamente desembolsarlos, lo incorporaremos en el flujo del proyecto. Sin embargo, dado que es recuperable, dicho IVA lo denominaremos IVA crédito fiscal.

Dado que la empresa realizó ventas objeto de IVA por 36 000 dólares durante el primer año, 30 000 corresponden al proyecto y 6 000 al organismo fiscal; sin embargo, por otra parte el proyecto adquirió materias primas por 18 000 dólares, de los cuales 15 000 son por concepto de materiales y 3 000 por IVA asociado a las compras. Por lo tanto, el impuesto al valor agregado del periodo es la diferencia entre el IVA recaudado por las ventas y el IVA cancelado por las compras, el que en este caso alcanza 3 000 dólares.

Dado que el proyecto dispone de un crédito de IVA por la compra de activos iniciales objetos de IVA por 8 000 dólares, entonces los 3 000 dólares de IVA entran al flujo del proyecto como parte de su proceso de recuperación. De esta manera, el proyecto aún requiere recuperar 5 000 dólares. Esta analogía se repite hasta el año tres, cuando ocurre que el saldo del crédito del IVA de la inversión inicial es menor que el valor del pago de IVA generado por las ventas y compras. En ese caso, dado que el diferencial de IVA entre ventas y compras es de 4 000 dólares y el saldo del crédito del IVA de la inversión inicial en ese momento es de 1 500, entonces dicho monto se reparte: 1 500 para el proyecto y 2 500 para el organismo fiscal.

recuerde y reflexione

Cabe señalar que los flujos asociados a la recuperación de IVA no constituyen ingresos de explotación objetos de impuesto a las utilidades generadas, sino que corresponden a una recuperación de impuesto; por ello la cuenta se incorpora después del cálculo tributario.

Como puede observarse en el flujo del proyecto del cuadro 6.10, la sumatoria lineal de la cuenta de IVA es cero, pues el IVA crédito generado por la compra del activo fijo necesariamente deberá igualarse con los débitos generados con la operación del proyecto. A partir de ese momento todo el IVA neto recaudado deberá entrar en las arcas fiscales. Dado lo anterior, lo que se considera, al final de cuentas, es el costo de oportunidad del financiamiento de IVA, pues si bien la cuenta linealmente es cero, en valor presente es distinta de cero, ya que los desembolsos y recuperaciones ocurren en diferentes momentos en el tiempo. Dado que la tasa de actualización del

[6] También conocido como Impuesto sobre el Valor Agregado, en Colombia; o Impuesto General a las Ventas (IGV), en Perú.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Cuadro 6.10

Flujo proyectado	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Ventas afectas a IVA		30 000	35 000	40 000	45 000
Costo afectos de IVA		(15 000)	(17 500)	(20 000)	(22 500)
Depreciación		(10 000)	(10 000)	(10 000)	(10 000)
Utilidad antes de impuesto		5 000	7 500	10 000	12 500
Impuesto		(750)	(1 125)	(1 500)	(1 875)
Utilidad después de impuesto		4 250	6 375	8 500	10 625
Depreciación		10 000	10 000	10 000	10 000
Inversión	(40 000)				
Cuenta de IVA	(8 000)	3 000	3 500	1 500	0
Flujo neto	**(48 000)**	**17 250**	**19 875**	**20 000**	**20 625**
VAN 15%	**6 971**				
VA IVA	**(1 759)**				

proyecto es de 15%, el valor presente de la cuenta de IVA es de 1 759 dólares, que representa el costo de oportunidad de la empresa o del inversionista por financiar el IVA inicial.

Luego de analizar este ejemplo, probablemente el lector dirá que cada vez que se enfrente a una evaluación con inversiones objeto de IVA deberá realizar el procedimiento anterior; sin embargo, no es así del todo, pues, como se ha señalado en otras ocasiones, el objetivo de una evaluación económica no es precisamente la acuciosidad con la que se estiman las distintas partidas de un flujo de caja proyectado, sino establecer un orden de magnitud que represente la realidad de la mejor forma posible para poder responder la pregunta de fondo: ¿resulta conveniente asignar recursos escasos al desarrollo de una cierta iniciativa de inversión? Dicho lo anterior, podemos llegar a determinar que el costo de oportunidad de financiar IVA es particularmente bajo y, por lo tanto, prácticamente irrelevante para ser considerado en el modelo. Sin embargo, para que ello suceda, deben ocurrir al menos las siguientes cosas: el monto de inversión objeto de IVA no debe ser significativo en relación con el total de la inversión, el tiempo de recuperación del IVA crédito debe ser rápido derivado del alto nivel de ventas proyectadas para el primer año y el costo de capital debe ser particularmente bajo para que el costo de oportunidad del financiamiento del IVA no sea relevante. Por el contrario, si la inversión objeto de IVA es importante, el desempeño de las ventas es lento y, por lo tanto, la recuperación de IVA también, y el costo de capital o tasa de descuento es de magnitud, entonces el costo de oportunidad de financiar IVA se torna un aspecto que debe considerarse.

Cuadro 6.11

Flujo físico	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
IVA crédito	(8 000)	(3 000)	(3 500)	(4 000)	(4 500)
IVA débito	0	6 000	7 000	8 000	9 000
Saldo periodo	(8 000)	3 000	3 500	4 000	4 500
Saldo recuperación	(8 000)	(5 000)	(1 500)	2 500	7 000

www.fullengineeringbook.blogspot.com

recuerde y reflexione

Del ejemplo anterior se desprende claramente que el IVA no debe afectar los flujos, ya que su resultado final no genera ingresos ni egresos. Sin embargo, los momentos en que ocurren dichas transferencias entre empresa y organismo fiscal, sí pudieran tener un efecto significativo que debiera incluirse en el análisis.

Sin embargo, como recién se explicó, podría tener efectos significativos que valdría la pena considerarse. Asimismo, la situación genérica planteada en los párrafos anteriores puede tener algunas excepciones o consideraciones, que necesariamente deberán tenerse presentes en el estudio de un proyecto. Dichas consideraciones tienen que ver con las empresas no objeto de IVA en sus ventas, con la determinación del capital de trabajo y con la adquisición de activos de gran valor.

En la mayoría de los países en los que se aplica el IVA a las ventas de bienes o servicios, la legislación tributaria señala expresamente la existencia de algunas empresas que no incorporan este impuesto a sus ventas. Esto suele ocurrir con aquellas que entregan servicios vinculados con el área educacional, de salud, servicios financieros, algunos seguros, administradoras privadas de fondos provisionales y empresas de servicios profesionales, entre otras.

En estos casos, toda adquisición objeto de IVA deberá ser pagada efectivamente por la empresa, constituyéndose en un gasto no susceptible de ser recuperado cuando venda los servicios que produce. Al constituir un gasto más, este produce un efecto tributario favorable, ya que debe incorporarse a los flujos como un costo que disminuye la base imponible para el cálculo del impuesto a las utilidades.

En este tipo de empresas, al adquirir un activo susceptible de ser depreciado, el monto de la compra tendrá dos tratamientos distintos, puesto que el IVA deberá considerarse como un gasto efectivo —en el momento en el que ocurre la adquisición— y el valor del activo, como una inversión no objeto de impuestos y cuya depreciación afectará el flujo en el periodo siguiente a su adquisición.

Respecto a la *determinación del capital de trabajo*, en muchos casos, y como consecuencia del análisis de la estrategia comercial en el estudio de mercado, puede haberse llegado a la conclusión de que la recuperación efectiva de la facturación de las ventas tendrá algún periodo de desfase, razón por la cual habrá que financiar el IVA de las compras efectuadas hasta que se produzca efectivamente el ingreso correspondiente y el impuesto sea recuperado. En este texto, cuando se analiza la inversión en capital de trabajo en el estudio financiero del proyecto, se indican las alternativas de que se dispone para calcular este efecto en el flujo.

En cuanto a la *adquisición de activos de gran valor*, en algunos casos suele ocurrir que un proyecto puede requerir una devolución anticipada. Por ejemplo, la adquisición de una unidad de ciclo combinado para una empresa de generación eléctrica, cuyo costo es de 200 millones de dólares y tiene un IVA de 20%, el proyecto deberá financiar 40 millones de dólares por concepto del pago de este impuesto en el momento de adquirirla. Todos los países que han incorporado este impuesto en su sistema tarifario han contemplado esta situación y permiten, previa solicitud, devolver la parte del impuesto no recuperado como consecuencia de la operación normal de la empresa en un cierto plazo, el que suele ser, por ejemplo, en Chile, de siete meses, una vez comprobado por la autoridad fiscal que el impuesto no se recupera antes de ese tiempo. De lo anterior se desprende que el efecto financiero en los flujos es de corto plazo pero, dada la cuantía de los recursos que se encuentran comprometidos, su efecto debe considerarse en los flujos, aun cuando su recuperación ocurra en el transcurso del primer año de operación. A lo anterior debe considerarse el costo de oportunidad de los recursos, puesto que a mayor tasa, mayor será el impacto que este capital inmovilizado generará en el proyecto hasta que el impuesto sea recuperado.

Resumen

Para la toma de decisiones, la determinación de los costos del proyecto requiere conceptuar algunas de las distintas clasificaciones de costos. Para la toma de decisiones asociadas a la preparación de un proyecto, deben considerarse, fundamentalmente, los costos efectivamente desembolsables y no los contables. Estos últimos, sin embargo, también deberán calcu-

www.fullengineeringbook.blogspot.com

larse para determinar el valor de un costo efectivo, como es el impuesto.

Dependiendo del tipo de proyecto que se evalúa, deberá trabajarse con costos totales o diferenciales esperados a futuro. Opcionalmente, en algunos casos podrá trabajarse con uno u otro, siempre que el modelo que se aplique así lo permita. Por ejemplo, puede trabajarse con costos totales si se comparan costos globales de la situación base versus la situación con proyecto. Sin embargo, deberá trabajarse con costos diferenciales si el análisis es incremental entre ambas opciones.

El análisis de los costos se asocia con volúmenes de operación y utilidad mediante la técnica del punto de equilibrio, lo que permite estimar niveles mínimos de operación para asegurar ganancias en el proyecto.

Factores aparentemente secundarios pueden tener efectos importantes en un flujo de caja, como los efectos tributarios derivados de una compra o venta de activos, un ahorro o aumento de costos, una deuda para financiar activos, la operación y las mejoras o aumentos de productividad.

Preguntas y problemas

1. Explique qué es un costo sepultado. Dé dos ejemplos de costos sepultados que puedan ser relevantes para tomar una decisión.
2. ¿Por qué la depreciación de los activos puede ser relevante para una decisión?
3. ¿Qué relaciones hay entre los costos fijos y variables, por una parte, y los costos evitables, por otra?
4. Si un inversionista dispone de un activo comprado con anterioridad y desea utilizarlo en un determinado proyecto, ¿debe considerar el activo en la evaluación económica?
5. Dé un ejemplo concreto de un aumento en los costos variables medios y otro de una disminución.
6. Señale tres efectos que no se incorporan en el análisis costo-volumen-utilidad y que pueden influir en el resultado de una decisión.
7. ¿Qué diferencia a la depreciación de la amortización?
8. ¿En qué caso pueden emplearse indistintamente costos totales y costos diferenciales?
9. Señale al menos seis casos que podrían hacer económicamente rentable el hecho de seguir elaborando un producto cuyo $CMeT = \$230$ y que en el mercado podría adquirirse en \$130.
10. Para elaborar un producto que puede venderse a un precio unitario de \$200 existen las dos alternativas tecnológicas que se muestran en las siguientes estructuras de costos.

Alternativas	*CFT*	*CVMe*
1	\$400	\$100
2	\$900	\$50

Con esta información: *a*) determine la producción en el punto de equilibrio de cada opción, *b*) explique por qué se produce la diferencia, *c*) determine el grado de apalancamiento operacional de cada alternativa para $Q = 7$ y $Q = 8$, y *d*) explique por qué es mayor el resultado en la alternativa 2 y por qué es mayor para $Q = 7$ que para $Q = 8$.

11. Los propietarios de un hotel están considerando la posibilidad de cerrar durante los meses de invierno por el alto costo que significa en esa época operar para un flujo de turistas pequeño. Estimaciones del mercado indican una demanda mensual de 400 huéspedes, lo cual equivale a 25% de la capacidad total del hotel. El precio por el alojamiento diario es de \$1 600 y sus costos fijos mensuales son:

Arriendo de local	\$240 000
Depreciación	\$180 000
Seguros	\$60 000
Total	\$480 000

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Si el hotel cierra, el costo del mantenimiento de las máquinas, el pago a celadores y otros gastos suman $80 000 al mes; pero si continúa operando, los costos variables en los que se incurriría ascienden a $760 000 mensuales. ¿Deberá cerrar el negocio? ¿Cuál será el número de huéspedes que marca el punto en el que debe decidirse el cierre?

12. La capacidad normal de producción de una empresa es de 10 000 unidades mensuales. Sobre esta base se asignan los costos fijos que, en términos unitarios, ascienden a:
Gastos generales y de administración $25.00
Gastos de venta $5.00

Los costos variables unitarios son totalmente proporcionales a la producción y a las ventas, y ascienden a:

Mano de obra directa	$18.00
Materiales	$14.50
Gastos indirectos de fabricación	$8.00

El precio del producto en el mercado es de $90 y las comisiones a los vendedores corresponden 5% de las ventas.

La empresa está estudiando la posibilidad de cerrar durante un tiempo, que podría llegar a ser de dos años, debido a un periodo de depresión que se estima que afectará la industria en ese lapso, hecho que disminuiría sus niveles de actividad a 20% de su capacidad normal.

Si cierra, podrían reducirse los cargos fijos en 30%; si continúa operando, la reducción solo llegaría a 15%. ¿Cuál sería el ahorro diferencial si se opta por la mejor alternativa?

13. Para transportar sus productos al mercado, la Granja Avícola Pajares usa un vehículo cuyo costo original fue de $2 000 000 y que podría venderse hoy en $140 000. Su mantenimiento anual implica gastos por $30 000 y su valor residual al término de los próximos ocho años será de $20 000. ¿Le convendrá a la empresa venderlo y comprar un vehículo cuyo costo es de $50 000, que requiere mantenimiento equivalente a $40 000 anuales y que tiene un valor residual de cero al término de su vida útil restante de ocho años? Considere una tasa de capitalización anual de 15% para la empresa.
14. Una fábrica de vestuario tiene 1 000 vestidos pasados de moda, cuya confección costó $20 000. Si se gastara $5 000 en modernizarlos, podrían venderse en $9 000. Si no se modernizan, la mejor opción de venta asciende a $1 000. ¿Qué alternativa recomienda?
15. En la realización del estudio técnico de un proyecto, se encuentran tres alternativas tecnológicas que se adecuan a los requerimientos exigidos para su implementación. El costo fijo anual de cada alternativa es:

Producción	A	B	C
0 – 10 000	$300 000	$350 000	$500 000
10 001 – 20 000	$300 000	$350 000	$500 000
20 001 – 30 000	$400 000	$350 000	$500 000
30 001 – 40 000	$400 000	$450 000	$500 000

Los costos variables unitarios de cada alternativa, por rango de producción, se estiman en:

Producción	A	B	C
0 – 30 000	$10.00	$9.00	$6.00
30 001 – 40 000	$9.50	$8.50	$5.50

¿Qué alternativa seleccionaría si la demanda esperada es de 10 000 unidades anuales? Si la demanda no es conocida, ¿cuál es el punto crítico en el que convendrá cambiar de una

www.fullengineeringbook.blogspot.com

alternativa a otra? Si una alternativa es abandonada al llegar a un tamaño que haga a otra más conveniente, ¿es posible que vuelva a ser seleccionada para volúmenes mayores?

16. Al estudiar un proyecto se estimaron los siguientes costos variables para una capacidad de producción normal de 140 000 unidades, siendo la capacidad máxima de 200 000 unidades:

Materiales	$120 000
Mano de obra	$300 000
Otros	$80 000

Los costos fijos se estiman, de acuerdo con el nivel de producción, en:

Producción	Costo fijo
0 – 40 000	$320 000
40 001 – 130 000	$380 000
130 001 – 180 000	$420 000
180 001 – 200 000	$500 000

Si el precio de venta de cada unidad es de $15 y la producción esperada fuese de 100 000 unidades por año, ¿cuál es el número mínimo de unidades adicionales que se necesita vender al precio de $11 por unidad para mostrar una utilidad de $762 000 por año? Para subir las ventas a 120 000 unidades anuales, ¿cuánto podría gastarse adicionalmente en publicidad (costo fijo) para que, manteniéndose un precio de $15, pueda obtenerse una utilidad de 20% sobre las ventas?

17. Explique en qué situaciones el IVA siempre tiene que considerarse en un proyecto.
18. Calcule el efecto que tendría sobre el flujo de caja del primer año de un proyecto cada una de las siguientes situaciones, suponiendo que la empresa tiene utilidades contables y que enfrenta una tasa de impuestos de 15%:
    a) La compra de una maquinaria en $10 000 000, que se deprecia en 10 años, y que permite aumentar los ingresos por venta de productos en $6 000 000 anuales y los costos desembolsables, en $3 000 000.
    b) La venta en $500 000 de una máquina que tiene un valor libros de $600 000.
    c) Un aumento de remuneraciones por $4 000 000 anuales.
    d) Un préstamo de $20 000 000 para reemplazar una máquina antigua y lograr reducciones de costos por $4 200 000 anuales.

Comente las siguientes afirmaciones:

a) Todos los costos diferenciales son relevantes para tomar una decisión.
b) Los costos variables totales disminuyen a una tasa decreciente cuando aparecen los rendimientos decrecientes.
c) El apalancamiento operacional muestra la proporción entre los costos fijos y los variables.
d) Al alejarse el nivel de operación del punto de equilibrio, aumenta el índice de apalancamiento operacional.
e) La depreciación es un gasto que se incorpora en el flujo de egresos del proyecto con el objeto de determinar el tributo por pagar. De esta manera, el valor libro al final del horizonte de evaluación representa el ingreso que se percibirá en ese momento para los efectos de la evaluación.
f) En la determinación del flujo de costos, el cálculo de la depreciación no juega un papel relevante, puesto que el preparador del proyecto solo trabaja con antecedentes reales económicos de lo que estima que ocurrirá en el horizonte productivo del proyecto.
g) Los resultados y el registro contable son decisivos para proyectar los flujos y así determinar el valor económico de una empresa en funcionamiento. Deberá ponerse atención especial a la depreciación, ya que esta será determinante para conocer el valor de los activos.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

h) Para determinar la conveniencia económica de llevar adelante el reemplazo de una tecnología por otra en un proyecto en marcha, el estudio pertinente deberá incluir únicamente un análisis comparado de los costos operacionales entre una alternativa y otra, tomando como base de cálculo lo que ocurrirá en un año de operación.
i) El IVA nunca constituirá un gasto, ya que este será recuperado, por lo que no tiene mayor incidencia en el flujo de caja de un proyecto.
j) Las cuentas por pagar no tienen mayor incidencia en el flujo de caja de un proyecto.
k) El IVA y la depreciación siempre deberán considerarse en la búsqueda de la mejor alternativa tecnológica del proyecto.
l) Para determinar la mejor alternativa tecnológica deben considerarse las inversiones que cada opción requiere, tomando nota tanto del valor libro de ellas al final del periodo como de su vida útil, del crédito que otorga el fabricante, de los costos de operación asociados a cada una de ellas y de los impuestos que deben cancelarse.
m) En la búsqueda de la mejor alternativa tecnológica, las condiciones de pago o el crédito con el que venga acompañada la opción constituye uno de los aspectos relevantes en el análisis, tanto para la adquisición de ellas como para los insumos o materias primas. ¿Qué otros aspectos se incluyen?
n) En la determinación de la mejor alternativa tecnológica deberán constituirse los flujos de desembolso para cada uno de ellas, procediéndose a descontar los flujos a una misma tasa a fin de mantener un criterio homogéneo de cálculo, independientemente de la magnitud de ella.
ñ) El IVA de las inversiones siempre deberá considerarse en la evaluación de un proyecto, pues constituye un egreso efectivo de caja. Lo mismo ocurre con las ventas y los costos afectos a IVA. Así, cuanto mayor sea la tasa del IVA, mayor rentabilidad tendrá el proyecto, puesto que aumenta la recaudación por venta y, por ende, mejora el estado de resultados.
o) La decisión de utilizar alguno de los métodos de proyección de mercado dependerá del tipo de proyecto de que se trate, debiéndose optar por uno de ellos.
p) Cuanto menores sean los costos de operación e inversión asociados con una determinada alternativa de localización, mayor será la rentabilidad, cualquiera que sea el proyecto.

Material complementario

Ejercicios recomendados del texto complementario: José Manuel Sapag, *Evaluación de proyectos*, *guía de ejercicios, problemas y soluciones*, McGraw-Hill, 3a. ed., 2007:

22. Impuesto al Valor Agregado, **23.** Impuesto al Valor Agregado II, **40.** Testamento II, **41.** Herencia, **42.** *Marketing technology*, **43.** *Toprint*, **44.** Forestal Arauco

Bibliografía

Arroyo, A.S., P.A. Conde y B.P. Moreno, *Contabilidad de costes y de gestión*, Delta Publicaciones, 2005.

Blank, L. y A. Tarquin, *Ingeniería económica*, Bogotá, McGraw-Hill, 1999.

Brealey, R. y S. Myers, *Fundamentos de financiación empresarial*, Madrid, McGraw-Hill Interamericana, 2000.

Fontaine, Ernesto, Evaluación social de proyectos, Santiago, Pearson, 2008.

Horngren, C.T. *et al.*, *Cost Accounting: A Managerial Emphasis*, Pearson Education Canadá, 2003.

_____, *Contabilidad de costos: Un enfoque gerencial*, Pearson Educación, 2007.

Sapag, Nassir, *Evaluación de proyectos de inversión en la empresa*, Prentice Hall, 2001.

Silvestre, J. y F. López, *La economía en la empresa*, McGraw-Hill/Interamericana, 2007.

Sumanth, David, *Ingeniería y administración de la productividad*, México, McGraw-Hill, 1990.

Welsch, G.A., *Presupuestos: Planificación y control*, Pearson Educación, 2005.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Capítulo 7

Antecedentes económicos del estudio técnico

Los aspectos relacionados con la ingeniería del proyecto son probablemente los que tienen mayor incidencia sobre la magnitud de los costos e inversiones que deberán efectuarse si se implementa el proyecto. De ahí la importancia de estudiar con especial énfasis la valorización económica de todas sus variables técnicas.

El objetivo de este capítulo es exponer las bases principales de origen técnico que proveen al preparador del proyecto tanto de la información económica como de una propuesta de recopilación y sistematización de la información relevante acerca de las inversiones y los costos que puedan extraerse del estudio técnico.

Las diferencias de cada proyecto en su ingeniería hacen muy complejo generalizar un procedimiento de análisis que sea útil para todos ellos. Sin embargo, obviando el problema de evaluación técnica, es posible desarrollar un sistema de ordenación, clasificación y presentación de la información económica derivada del estudio técnico. Los antecedentes técnicos de respaldo a esta información sobre precios y costos deben incluirse necesariamente en el texto del proyecto.

7.1. Alcances del estudio de ingeniería

concepto clave

Estudio de ingeniería del proyecto: determina la función de producción óptima para la utilización eficiente y eficaz de los recursos disponibles para la producción del bien o servicio deseado.

El **estudio de ingeniería del proyecto** debe determinar la función de producción óptima para la utilización eficiente y eficaz de los recursos disponibles para la producción del bien o servicio deseado. Para ello deberán analizarse las distintas alternativas y condiciones en las que pueden combinarse los factores productivos, identificando los costos y los ingresos de operación asociados con cada una de las alternativas de producción, mediante la cuantificación y proyección en el tiempo de los montos de inversiones de capital.

De la selección del proceso productivo óptimo se derivarán las necesidades de equipos y maquinaria; de la determinación de su disposición en planta (*layout*) y del estudio de los requerimientos del personal que los operen, así como de su movilidad, podrán definirse las necesidades de espacio y de obras físicas.

Los costos de operación en mano de obra, insumos diversos, reparaciones, mantenimiento y otros se obtendrá directamente del estudio del proceso productivo seleccionado.

Como se señaló anteriormente, el estudio técnico no se realiza de manera aislada del resto. En efecto, el estudio de mercado definirá ciertas variables relativas a las características del producto, la demanda proyectada a través del tiempo, la estacionalidad en las ventas, el abastecimiento de materias primas y los sistemas de comercialización adecuados, entre otros aspectos, información que deberá tomarse en consideración al seleccionar el proceso productivo. El estudio legal señalará ciertas restricciones a la localización del proyecto, las cuales podrían, de alguna manera, condicionar el tipo de proceso productivo. Por ejemplo, la calidad del agua subterránea es prioritaria en la fabricación de bebidas gaseosas; si esta no cumple con todas las exigencias requeridas en las localizaciones optativas permitidas, el proyecto deberá incorporar los equipos necesarios para su purificación, aunque en otras zonas donde la localización esté prohibida pudiera evitarse esta inversión si se cuenta con agua de la calidad requerida. El estudio financiero, por otra parte, podrá ser determinante en la selección del proceso si en él se define la imposibilidad de obtener los recursos económicos suficientes para la adquisición de la tec-

www.fullengineeringbook.blogspot.com

nología más adecuada. En este caso, el estudio tenderá a calcular la rentabilidad del proyecto, haciendo uso de la tecnología que está al alcance de los recursos disponibles.

recuerde y reflexione

De la misma manera como otros estudios afectan las decisiones del estudio técnico, este condiciona los otros estudios, principalmente el financiero y el organizacional.

7.2. Proceso de producción

concepto clave

Proceso de producción: la forma en la que una serie de insumos se transforman en productos mediante la participación de una determinada tecnología.

El **proceso de producción** se define como la forma en la que una serie de insumos se transforman en productos mediante la participación de una determinada tecnología (combinación de mano de obra, maquinaria, métodos y procedimientos de operación, etcétera).

Los distintos tipos de procesos productivos pueden clasificarse en función de su flujo productivo o del tipo de producto, teniendo en cada caso efectos distintos sobre el flujo de caja del proyecto.

recuerde y reflexione

El proceso productivo y la tecnología que se seleccionen influirán directamente sobre la cuantía de las inversiones, los costos y los ingresos del proyecto.

conceptos claves

Proceso de producción en serie: cuando los productos, cuyo diseño básico es relativamente estable en el tiempo y que están destinados a un gran mercado, permiten su producción para existencias.

Proceso por pedido: la producción sigue secuencias diferentes que hacen necesaria su flexibilización mediante mano de obra y equipos suficientemente maleables para adaptarse a las características del pedido.

Proceso de producción por proyecto: corresponde a un producto complejo de carácter único que da origen, normalmente, a un estudio de factibilidad completo.

Según el flujo, el proceso puede ser en serie, por pedido o por proyecto. El **proceso de producción** es **en serie** cuando los productos, cuyo diseño básico es relativamente estable en el tiempo y que están destinados a un gran mercado, permiten su producción para existencias. Las economías de escala obtenidas por el alto grado de especialización que la producción en serie permite van asociadas con bajos costos unitarios normalmente. En un **proceso por pedido**, la producción sigue secuencias diferentes que hacen necesaria su flexibilización mediante mano de obra y equipos suficientemente maleables para adaptarse a las características del pedido. Este proceso afectará los flujos económicos debido a la mayor especialización del recurso humano y a las mayores existencias que será preciso mantener. Un **proceso de producción por proyecto** corresponde a un producto complejo de carácter único que, con tareas bien definidas en términos de recursos y plazos, da origen, normalmente, a un estudio de viabilidad completo. Ejemplos claros de esto son los proyectos de construcción y de filmación de películas, entre otros.

Según el tipo de producto, el proceso se clasificará en función de los bienes o servicios que se producirán; por ejemplo, procesos extractivos, de transformación química, de montaje, de salud, de transporte, etcétera.

Muchas veces un mismo producto puede obtenerse utilizando más de un proceso productivo. Si así fuera, deberá analizarse cada una de estas alternativas y determinarse la intensidad con la que se utilizan los factores productivos. Esto definirá en gran medida el grado de automatización del proceso y, por ende, su estructura de costos. Aquellas formas de producción intensivas en capital requerirán mayor inversión pero menores costos de operación por concepto de mano de obra; además, tendrán otras repercusiones, positivas o negativas, sobre otros costos y sobre los ingresos. La alternativa tecnológica que se seleccione afectará directamente la rentabilidad del proyecto. Por ello, en vez de seleccionar la tecnología más avanzada, deberá elegirse aquella que optimice los resultados.

7.3. Efectos económicos de la ingeniería

La cantidad y calidad de maquinarias, equipos, herramientas, mobiliario de planta, vehículos y otras inversiones normalmente dependerán del proceso productivo elegido. En algunos casos la disponibilidad de los equipos se obtiene no por su compra sino por su arrendamiento, con lo cual, en lugar de afectarse el ítem de inversiones, se influirá en el de costos.

Las necesidades de inversión en obra física e instalaciones se determinan principalmente en función de la distribución de los equipos productivos en el espacio físico (*layout*). Sin embargo, también será preciso considerar posibles ampliaciones futuras en la capacidad de producción

www.fullengineeringbook.blogspot.com

que hagan aconsejable disponer desde un principio de la obra física necesaria, aun cuando esta se mantenga ociosa por algún tiempo. La distribución en planta debe evitar los flujos innecesarios de materiales, productos en proceso o terminados, personal, etcétera.

Los cálculos de requerimientos de obra física para la planta, más los estudios de vías de acceso, circulación, bodegas, estacionamientos, áreas verdes, ampliaciones proyectadas y otros, serán algunos de los factores determinantes en la definición del tamaño y las características del terreno.

La incidencia de la obra física en la estructura del flujo de caja del proyecto se manifiesta al considerar las múltiples alternativas que presenta una variable que parece muy simple, como el edificio de la fábrica. Por ejemplo, puede comprarse: *a*) un terreno y construir; *b*) un edificio que cumpla con las condiciones mínimas deseadas y remodelarlo; c) un edificio por su ubicación, demolerlo y construir uno nuevo, o bien arrendarse un edificio. Cada uno de los tres primeros casos tiene montos de inversión distintos, y el cuarto presenta un problema de costo de operación. Debe considerarse si todas las alternativas son reales, puesto que podrán estar asociadas tanto a costos como a beneficios distintos. Así, por ejemplo, la alternativa *c*), si bien puede ser la más costosa, podría ser la más conveniente si la localización del edificio es preferencial por la cercanía al mercado consumidor o proveedor.

recuerde y reflexione

El proceso productivo, por medio de la tecnología usada, tiene incidencia directa sobre el **costo de operación**. Como se mencionó anteriormente, la relación entre costos de operación e inversión será mayor cuanto menos intensiva en capital sea la tecnología.

En muchos casos, el estudio técnico debe proporcionar información financiera relativa a ingresos de operación; es el caso de los equipos y las maquinarias que deben reemplazarse y que al ser dados de baja permiten su venta. En otras ocasiones, los ingresos se generan por la venta de subproductos, como el desecho derivado de la elaboración de envases de hojalata, que se vende como chatarra. Otros ingresos pueden obtenerse dando servicios que permitan usar la capacidad ociosa, por ejemplo, una fábrica de helados que arriende sus bodegas de frigoríficos para congelar mariscos.

7.4. Economías de escala

Deslandes plantea que a fin de medir la capacidad para competir debe estimarse el costo fabril en los distintos niveles de la **capacidad de producción**. Para ello, propone definir los componentes más relevantes del costo: consumo de materias primas y materiales, utilización de mano de obra, mantenimiento y gastos fabriles en general (energía, combustible, etcétera). El costo fabril definido debe compararse con la capacidad de producción y con el **monto de la inversión**. A esta relación se le denomina **masa crítica técnica**, la cual, al calcularse, deja muchas veces fuera de análisis el efecto de la dimensión de la empresa sobre los gastos administrativos o la consideración de no trabajar a plena capacidad.

concepto clave

Masa crítica técnica: la relación entre el costo fabril, la capacidad de producción y el monto de la inversión.

Al relacionar el **costo unitario de operación** (P) con la capacidad de la planta (C), dado un número de unidades de producto por unidad de tiempo, resulta una expresión de la siguiente forma:

7.1

$$\frac{P_2}{P_1} = \left[\frac{C_2}{C_1}\right]^{-a}$$

donde (a) es el **factor de volumen**. La figura 7.1 expone visualmente esta relación. En términos generales, la figura indica que un incremento en la capacidad de la planta reduce el costo unitario de operación.

Al relacionar el costo en equipos por **unidad de capacidad** (Q) con una función de capacidad creciente, se obtiene un resultado como el que se ilustra en la figura 7.2, que tiene la siguiente expresión:

www.fullengineeringbook.blogspot.com

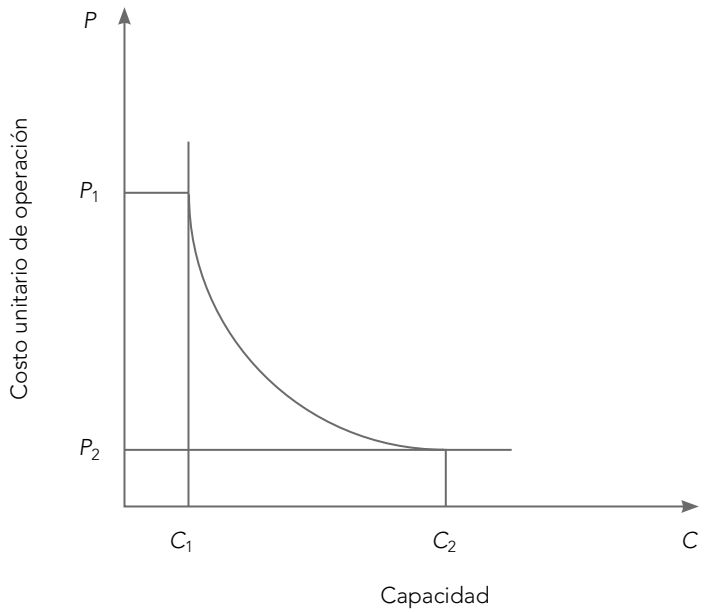


Figura 7.1 Costo unitario de operación frente a la capacidad.

7.2

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \left[\frac{C_2}{C_1}\right]^{-b}$$

donde (b) es el factor de volumen.

Al relacionar la capacidad (C) con la inversión total (I), resulta una expresión similar a la anterior, pero con coeficiente positivo:

7.3

$$\frac{I_2}{I_1} = \left[\frac{C_2}{C_1}\right]^{f}$$

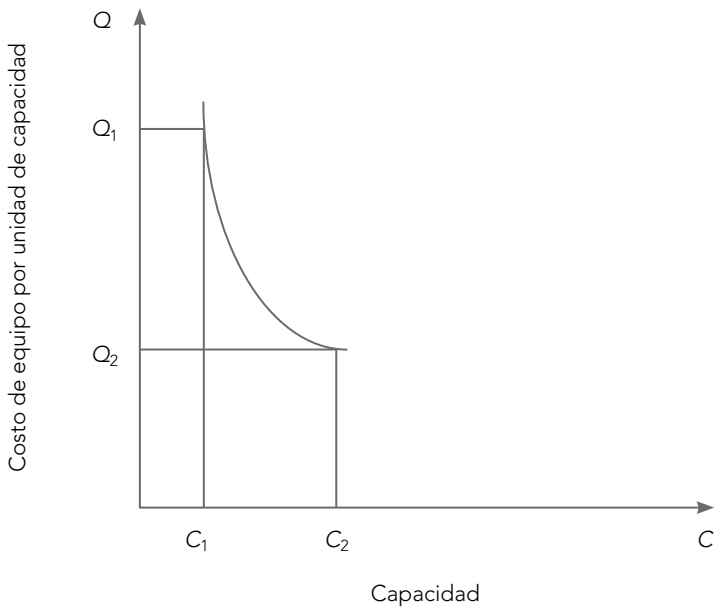


Figura 7.2 Costo distribuido de los equipos por unidad de capacidad.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

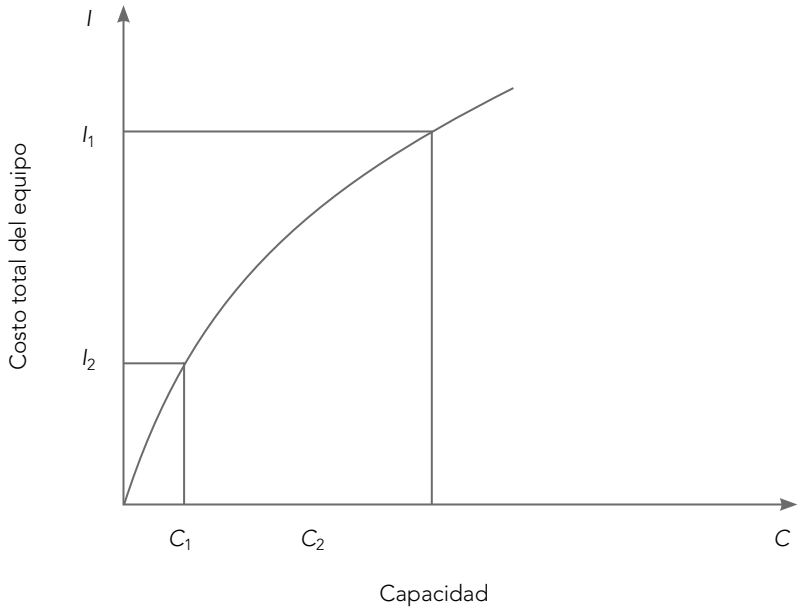


Figura 7.3 Costo de adquisición asociado con su capacidad.

7.4

$$I_2 = \left[\frac{C_2}{C_1}\right]^f \times I_1$$

donde (f) es el factor de volumen. Cuando (f) se aproxima a uno, son despreciables las economías que pueden obtenerse por el crecimiento de la capacidad. Visualmente se aprecia su comportamiento contrario en la figura 7.3, lo cual es obvio al considerar que cualquier aumento de capacidad va asociado con un incremento en las inversiones en los equipos que así lo permitan.

El factor de volumen (f) está definido para cada tipo de industria como resultado de múltiples observaciones de proyectos en ejecución. Por ejemplo, el coeficiente de las industrias petroquímicas y aceiteras es de 0.50 en las fábricas de amoniaco; en las de cemento, de 0.60; en las de motores eléctricos, de 0.70, y en las hilanderías, de uno.

El coeficiente 0.50 indica que duplicar la capacidad de una planta, incrementa la inversión sólo en 41.4%. Esto resulta de aplicar la ecuación 7.4, que se obtiene de despejar I_2 en la ecuación 7.3.

7.5

$$\frac{I_2}{I_1} = \left[\frac{2}{1}\right]^{0.5}$$

de donde $I_2 = 1\ 4142$.

El problema de capacidad se trata con mayor profundidad en el capítulo 8.

7.5. Inversiones en equipamiento

Por **inversión en equipamiento** se entenderán todas las inversiones que permitan la operación normal de la planta de la empresa creada por el proyecto, por ejemplo: maquinaria, herramientas, vehículos, mobiliario y equipos en general. Al igual que en la **inversión en obra física**, aquí interesa la información de carácter económico y necesariamente deberá respaldarse de manera técnica en el texto mismo del informe del estudio que se elabore, en los anexos que se requieran.

La sistematización de la información se hará mediante **balances** de equipos particulares. Así, por ejemplo, en función de la complejidad, diversidad y cantidad de equipos, podrán elaborarse balances individuales de maquinaria, vehículos, herramientas, etcétera.

La importancia de estos balances radica en que de cada uno se extraerá la información pertinente para la elaboración del **flujo de efectivo** del proyecto sobre inversiones, reinversiones

www.fullengineeringbook.blogspot.com

durante la operación e, incluso, ingresos por venta de equipos de reemplazo. En el cuadro 7.1 aparece un formulario de balance de máquinas, equipos y tecnología que puede utilizarse indistintamente para cada uno de los grupos de equipos identificados.

Cuadro 7.1 Balance de maquinarias, equipos y tecnología

Máquinas	Cantidad	Costo unitario ($)	Costo total ($)	Vida útil contable (años)[b]	Vida útil técnica[c]	Valor de desecho[a] ($)
Tornos	10	500	5 000	6	8	500
Soldadoras	5	800	4 000	5	5	800
Prensas	3	2 000	6 000	10	10	100
Pulidoras	1	3 500	3 500	11	10	300
Sierras	8	400	3 200	3	4	250
Inversión inicial en máquinas			$21 700			

[a] Corresponde al valor de desecho al término de su vida útil.
[b] La vida útil contable es determinada por la autoridad tributaria, aunque en los países donde han adoptado las IFRS se puede estimar el periodo a depreciar por la empresa.
[c] La vida útil técnica está determinada por el uso efectivo del activo en el proyecto y es determinada por el equipo técnico del proyecto.

Normalmente este balance va acompañado de las cotizaciones de respaldo de la información, de las especificaciones técnicas y de otros antecedentes que no hacen necesaria una caracterización de cada maquinaria en el balance.

La primera columna incluirá un listado de todos los tipos distintos de maquinarias. Por ejemplo, si existieran dos o más tipos de tornos, será preciso identificarlos y listarlos por separado. De los estudios de la tecnología que se usará se obtiene la información sobre la cantidad requerida de cada equipo. Generalmente, su costo unitario puesto en planta e instalado se determina por la información de las respectivas cotizaciones. Este precio debe incluirse en términos netos; vale decir que en el caso de que se incorpore en la cotización el impuesto al valor agregado (IVA), este deberá excluirse del análisis económico, con las excepciones señaladas en el capítulo anterior.

Las dos primeras columnas deben estar respaldadas en un anexo técnico en el que se justifique que con esa configuración de máquinas, en tipo y cantidad, puede producirse en cantidad y calidad el bien o servicio que elaborará el proyecto.

Asimismo, la información de la tercera columna debe estar respaldada en un anexo que contenga las cotizaciones correspondientes, o las bases de cálculo de un precio, cuando no se dispone de dichas cotizaciones.

La vida útil merece una mención especial, puesto que hay que diferenciar la **vida útil contable** de la **vida útil técnica**. Mientras la primera indica el tiempo establecido por el organismo fiscal para depreciar el activo, la segunda se refiere a la duración efectiva, y por lo tanto determina el momento de reemplazo del activo de acuerdo con las características propias del proyecto y con el uso de sus tecnologías. Por ejemplo, el uso intensivo de una tecnología las 24 horas puede derivar en un reemplazo permanente del activo, todos los años, en circunstancias en las que la vida útil fiscal puede estar determinada por un periodo de mediando o largo plazo.

conceptos claves

Vida útil contable: indica el tiempo establecido por el organismo fiscal para depreciar el activo.

Vida útil técnica: se refiere a la duración efectiva, y por lo tanto determina el momento de reemplazo del activo de acuerdo con las características propias del proyecto y con el uso de sus tecnologías. Es determinada por el preparador y evaluador de proyectos junto con el profesional técnico.

recuerde y reflexione

Generalmente, la vida útil contable la establece un organismo fiscal que determina el número de periodos en los que un activo puede ser depreciado con fines contables, y que puede ser usada para definir los años a depreciar, como establecen las IFRS.

La vida útil técnica, en cambio, es determinada por el preparador y evaluador de proyectos conjuntamente con el profesional técnico si el criterio de reemplazo obedece al periodo óptimo

www.fullengineeringbook.blogspot.com

de reemplazo. Por ejemplo, una empresa pudiera disponer de una flota de camiones repartidores, los cuales se deprecian a tres años de acuerdo con su vida útil contable; sin embargo, su vida de operación puede ser mucho mayor, más todavía si su uso no es intensivo. También hay criterios estratégicos, como podría ser el caso de la imagen que la empresa quiera proyectar al mercado. Por efectos de imagen corporativa, puede ser necesario el reemplazo de los camiones repartidores, para dar permanentemente una imagen de renovación y modernismo.

Pero en el caso de los camiones repartidores de vino, por la misma razón de imagen, muchas veces se toma la decisión contraria; es decir, proyectar la imagen de tradición y antigüedad en el vino, lo que se logra, entre otros factores, con la no renovación de esos vehículos.

Ambas definiciones de vida útil, tanto técnica como contable, son importantes para una correcta evaluación, pues las dos generan efectos económicos en la evaluación: la primera da la señal de depreciación para fines tributarios y la segunda determina el tiempo en el que se estima que el equipo o maquinaria será efectivamente útil, de acuerdo con el funcionamiento requerido para el proyecto o por su posición estratégica en el proceso productivo, lo que podría aconsejar un reemplazo en un periodo menor, con el fin de asegurar que no provocará dificultades en ese proceso. En el estudio de perfil es frecuente usar el periodo de reemplazo de manera equivalente al periodo de depreciación de algunos activos.

La última columna incluye el valor de las maquinarias al término de la vida útil real definida. En algunos casos puede ser negativo, lo que indica que para deshacerse de la unidad respectiva es preciso pagar, o bien, el costo de desmantelamiento y traslado pudiera ser mayor que el valor de mercado de dicho activo. Note que el concepto que se utiliza en estas columnas es el denominado **valor de desecho**, que representa el monto de unidades monetarias que efectivamente se espera recibir al reemplazar el equipo al final de su vida útil técnica. Este valor de desecho incorpora el efecto tributario que genera su venta al compararlo con el valor en libro que tendría el bien en ese momento. Para estos efectos puede utilizarse la siguiente ecuación:

7.6 $$VDC = (VM - VL)*(1 - tc) + VL$$

Donde VD representa el valor de desecho comercial del activo; VM, el valor de mercado en el momento de la venta; VL, el valor libro del activo en el momento de su venta, correspondiente a la diferencia entre el **valor de adquisición** del activo y la depreciación acumulada en el momento de la venta, y tc, la tasa de impuesto a las utilidades generadas.

Sobre el particular, resulta importante definir algunos conceptos vinculados con el término "**valor**", con el fin de no confundirse acerca del significado real de cada uno de ellos.

El primer concepto de valor es el que representa el monto de unidades monetarias sin IVA que se destina a la compra del bien. Este valor puede adoptar los nombres de **valor de compra**, **de factura** o **de adquisición**.

Un segundo concepto de valor lo constituye el valor contable, que también puede utilizarse con los nombres de valor libro o **valor fiscal**. Para determinar cuantitativamente este valor, se descuenta la depreciación acumulada del valor de compra, adquisición o factura. El valor contable, por lo tanto, irá disminuyendo cada año de acuerdo con el monto de depreciación que permite efectuar la autoridad tributaria, hasta que el bien se encuentre totalmente depreciado.

Un tercer concepto de valor lo constituye el que el mercado estaría dispuesto a pagar por la maquinaria, equipo o tecnología en el momento de decidirse su venta. Este concepto de valor puede adoptar los nombres de **valor de venta**, **de mercado**, **de enajenación**, **de liquidación**, **comercial** o **de salvamento**, entre otros.

Un cuarto concepto de valores es el denominado de desecho. Este valor corresponde al valor de mercado del activo, ajustado por su efecto tributario, tal como se describió en la ecuación 7.4.

Otro concepto de valor es el que se denomina **valor residual contable**, que se define como aquel monto de unidades monetarias no susceptible de ser depreciado. En el hecho pueden existir algunos bienes para los cuales la autoridad tributaria establezca que un determinado monto de su valor no podrá ser depreciado, aunque para evaluar un proyecto lo convencional es suponer que este es cero, por su casi nulo efecto económico.

Más adelante se hará referencia a otros dos conceptos de valor: el valor de activación y el valor económico.

conceptos claves

Valor de desecho: representa el monto de unidades monetarias que efectivamente se piensa recibir al reemplazar el equipo al final de su vida útil técnica o de su venta al horizonte del proyecto.

Valor de compra, de factura o de adquisición: representa el monto de unidades monetarias sin IVA que se destina a la compra del bien.

Valor contable, libro o fiscal: representa el valor del bien menos la depreciación acumulada del valor de compra, adquisición o factura.

Valor de venta, de mercado, de enajenación, de liquidación, comercial o de salvamento: constituye el valor que el mercado estaría dispuesto a pagar por la maquinaria, equipo o tecnología en el momento de decidirse su venta.

Valor residual contable: el monto de monto de unidades monetarias no susceptible de ser depreciado.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

concepto clave

Calendario de reinversiones: la programación de las inversiones de reemplazo de equipos cuya vida útil técnica termine antes de finalizar el periodo de evaluación del proyecto.

Durante la operación del proyecto puede ser necesaria la inversión en equipos, ya sea por su reemplazo o por ampliación de capacidad, también denominado **plan de Capex**, que deriva de la expresión en inglés *capital expenditures.* El cuadro 7.1, además de permitir calcular la inversión inicial en equipos, permite elaborar un **calendario de reinversiones** durante la operación y un **calendario de ingresos** por venta de equipos y reemplazo.

En el primer caso, tomando como referencia la vida útil técnica de cada equipo, pueden programarse las inversiones de reemplazo de aquellos cuya vida útil técnica termine antes de finalizar el periodo de evaluación del proyecto. Usando el mismo ejemplo del cuadro 7.1, puede elaborarse el calendario de reinversiones durante la operación que se indica en el cuadro 7.2 y que supone que la compra se realiza al término de la vida útil de la maquinaria por reemplazar.

La denominación "**momento de reemplazo**", y no "año de reemplazo", se debe a la necesidad de determinar los flujos en función de un instante en el tiempo, el cual, de todas maneras, está definido para una unidad de tiempo específica (mes, semestre, año). Sin embargo, generalmente el plan de Capex se proyecta anualmente.

Un "momento" representará el instante en el que termina un periodo y se inicia el siguiente. Así, por ejemplo, en el cuadro 7.2 el momento 3 indica el término del tercer periodo y el inicio del cuarto. Sin embargo, en un proyecto en el que puede determinarse que el desembolso de la nueva máquina se hace con una anticipación o con un atraso tal respecto del momento 4, debería incluirse en el momento 3 o en el 5, según corresponda. En muchos casos, la adquisición y el pago[1] de una maquinaria deben hacerse con relativa anticipación al inicio de su operación.

Cuadro 7.2 Calendario de reinversiones en maquinarias

Equipos	Vida útil técnica	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tornos	8							5 000			
Soldadoras	5				4 000					4 000	
Prensas	10									6 000	
Pulidoras	10									3 500	
Sierras	4			3 200				3 200			
Total plan de Capex				3 200	4 000			8 200		13 500	

Si el proyecto se evalúa, como en el ejemplo, a un número de años cuyo término coincide con el momento de reemplazo de la maquinaria, puede optarse por incluir la reinversión en ese periodo o por omitirla. Sin embargo, cualquiera que sea la opción elegida, esta deberá ser consecuente con el valor que se asignará al proyecto.[2]

El **balance de maquinarias, equipos y tecnología** también permite elaborar un cuadro de ingresos por venta de equipos de reemplazo. Al final de la vida útil real de cada equipo, lo más probable es que se destinen a la venta. Siguiendo el mismo razonamiento que en el caso de las reinversiones, se supone que la venta de los equipos se hará lo más cercana posible al momento del reemplazo. Si el proyecto se evalúa en periodos anuales, basta con estimar que la recepción de los ingresos por la venta se hará antes de seis meses para incluirlos en el momento de reemplazo. Por ejemplo, si la sierra puede reemplazarse en el término del tercer año (momento 3) y se estima su venta antes de seis meses, el ingreso se asignará al momento 3. No obstante, si el plazo estimado supera los seis meses, ocho, por ejemplo, estará más cercano al momento 4; en consecuencia, se asignará a ese momento. Las alternativas de valoración de estos equipos pueden ser a valor de

[1] Note que el factor de referencia es el momento del desembolso y no el de la recepción de los equipos.
[2] En el capítulo 13 se analiza este punto con mayor detalle.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

mercado, valor libro o de otra manera. En parte, este punto se analizará en el capítulo 13, no obstante, en la mayoría de los casos esto no es un tema de relevancia.

En el cuadro 7.3 se muestra la manera que adquiere el programa de ingresos por venta de equipos de reemplazo. Así puede determinarse el plan de Capex neto, que resulta de la diferencia entre lo que tiene que invertirse y los ingresos percibidos por la venta del activo en reemplazo neto de impuestos. El programa de ingresos por venta de activos de reemplazo, como se había señalado, puede aplicarse a maquinarias, vehículos, mobiliario de planta, herramientas y otros. La unidad monetaria que se utilice debe ser consecuente con la tasa de capitalización que se emplee en el cálculo de un valor global de inversión.

Cuadro 7.3 Calendario de ingresos por venta de maquinaria de reemplazo

Equipos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tornos							500			
Soldadoras				800					800	
Prensas									100	
Pulidoras									300	
Sierras			250				250			
Total ingresos			250	800			750		1 200	

recuerde y reflexione

Como puede apreciarse, basta que el estudio técnico proporcione el balance de equipos correspondiente para que el mismo responsable de este estudio, o el del estudio financiero, elabore los cuadros de cálculo de reinversiones o ingresos por venta de equipos respectivos. Toda la información de respaldo técnico debe incluirse en el texto de la presentación del proyecto.

7.6. Valorización de las inversiones en obras físicas

Aunque este capítulo trata principalmente de las variables económicas de los aspectos técnicos, las inversiones son también comunes con las variables de producción, administración y ventas. En relación con las obras físicas, las inversiones incluyen desde la construcción o remodelación de edificios, oficinas o salas de venta hasta la construcción de caminos, cercos o estacionamientos.

Para cuantificar estas inversiones es posible utilizar estimaciones aproximadas de costo (por ejemplo, el costo promedio del metro cuadrado de construcción) si el estudio es de prefactibilidad. Sin embargo, en el estudio de factibilidad, la información debe perfeccionarse mediante estudios complementarios de ingeniería y ***layout*** que permitan una apreciación exacta de las necesidades de recursos financieros en las inversiones del proyecto.

Por ejemplo, cuando se estudió el proyecto de creación de un puerto seco en Santiago, el estudio de factibilidad debió considerar incluso las dimensiones de cada una de las vías de acceso y estacionamiento, puesto que su espesor y, por lo tanto, sus costos, variaban dependiendo de si era zona de estacionamiento o acceso, e incluso si estaba reservada a camiones pesados o livianos, vehículos particulares o peatones.

concepto clave

Balance de obras físicas: tabla o cuadro en el que se ordena la información relativa a inversiones en obras físicas.

La ordenación de la información relativa a inversiones en obras físicas se hace en un cuadro denominado **balance de obras físicas**, que contiene la información que muestra el cuadro 7.4. La columna de valor de desecho indicará el valor que tendría cada uno de los ítems considerados en el balance al término del periodo de evaluación, no al término de la vida útil técnica de cada ítem.[3]

[3] Este punto se analiza con más detalle en la parte V.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Cuadro 7.4 Balance de obras físicas

Ítem	Unidad de medida	Cantidad (dimensiones)	Costo unitario ($)	Costo total ($)	Vida útil contable (años)	Vida útil técnica (años)	Valor de desecho %
Planta A	m^2	2 000	500	1 000 000	30	100	10%
Planta B	m^2	1 200	500	600 000	30	100	10%
Cercos	ml	1 500	80	120 000	5	10	0%
Oficinas	m^2	200	650	130 000	10	10	0%
Caseta vigilancia	Unidad	1	14 000	14 000	3	5	0%
Inversión total en obras físicas				1 864 000			

El balance de las obras físicas debe contener todos los ítems que determinan una inversión en el proyecto. No es necesario un detalle máximo, puesto que se busca, especialmente, agrupar en función de ítems de costo. Así, por ejemplo, en la primera columna deberá ir cada una de las construcciones requeridas (plantas, bodegas, etcétera), los terrenos, las vías de acceso, las instalaciones (sanitarias, redes de agua potable, eléctricas, etcétera), los cierres y otras que dependerán de cada proyecto en particular. Es necesario identificar cada una de las unidades de medida para calcular el costo total del ítem. Por ejemplo, metros cuadrados, metros lineales, unidades, etcétera.

La columna de costo total se obtiene de multiplicar la columna cantidad, que indica, por ejemplo, el número de metros cuadrados de construcción en bodegas, por la columna costo unitario, que indica el valor unitario de la unidad de medida identificada. A este respecto, cabe destacar la necesidad de definir correctamente la unidad de medida que mejor represente la cuantificación del costo total de las obras.

Si el proyecto contempla el arrendamiento de alguna obra física, por ejemplo, una bodega de refrigeración, se omite en este balance y se incluye en los costos de operación del proyecto, ya que no constituye una inversión y sí un desembolso durante la operación.

La suma de los montos de la columna costo total dará el valor total de la inversión en obras físicas. Como se verá más adelante, lo más probable es que esta inversión se haga desfasada en el tiempo, por lo cual deberá considerarse un costo adicional por concepto de gastos financieros durante la construcción; para esto se requiere elaborar un calendario de inversiones que presente un programa de desembolsos en el tiempo.[4]

No todas las inversiones en obras físicas se realizan antes de la puesta en marcha del proyecto. En muchos casos, será necesario hacer inversiones durante la operación, por ampliaciones programadas en la capacidad de operación de la planta o por inversiones de reemplazo de las obras existentes. Esto también constituye parte del plan de Capex, como se señaló recientemente. En otros casos, la proyección de la demanda puede hacer aconsejable no efectuar toda la inversión simultáneamente de manera previa al inicio de la operación, sino a medida que una programación desfasada así lo determine. También, podrá ser recomendable realizar una obra transitoria para reemplazarla por algo definitivo en un periodo futuro. Lo anterior hace necesario elaborar tantos balances de obra física como variaciones en su número o características se identifiquen.

Normalmente, al estudiar las inversiones en obra física pueden determinarse las necesidades de mantenimiento de las mismas en el tiempo. El programa de mantenimiento puede implicar, en muchos casos, un ítem de costo importante, lo cual hace necesario su inclusión como flujo en los costos de operación del proyecto.

[4] Este punto será tratado en detalle en el capítulo 14.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

recuerde y reflexione

Al igual que el balance de maquinarias, equipo y tecnología, el balance de obras físicas e instalaciones deberá incluir las vidas útiles contable y técnica de los activos involucrados, además de su valor de desecho.

Probablemente por lo específico de su inversión y por su carácter de inamovible, resulte de muy difícil liquidación, en cuyo caso su valor de desecho podría ser cero. Por otra parte, si se trata de construcciones de material sólido, lo más probable es que su vida útil técnica sea muy superior al horizonte de evaluación, en cuyo caso dicho ítem no afectaría el plan de reposición o plan de Capex.

7.7. Balance de personal

El costo de mano de obra puede llegar a constituir uno de los principales ítems de los costos de operación de un proyecto. La importancia relativa que tenga dentro de estos dependerá, entre otros aspectos, del tipo de proyecto que se esté evaluando, del grado de automatización del proceso productivo, de la especialización del personal requerido, de la situación del mercado laboral, de las leyes laborales, del número de turnos requeridos, etcétera.

El estudio del proyecto requiere la identificación y cuantificación del personal que se necesitará en la operación a fin de determinar el costo de remuneraciones por periodo. En este sentido, es importante considerar, además de la mano de obra directa (la que trabaja directamente en la transformación del producto), la mano de obra indirecta, que presta servicios en tareas complementarias, como el mantenimiento de equipos, la supervisión, el aseo, etcétera, así como también las necesidades de personal administrativo, ejecutivo y directivo.

El cálculo de la remuneración deberá basarse en los precios del mercado laboral vigente y en consideraciones sobre variaciones futuras en los costos de la mano de obra. Para su cálculo deberá considerarse el egreso para la empresa que se creará con el proyecto, que incluye, además del sueldo o salario, las leyes sociales, los bonos de colación o de alimentación y movilización, gratificaciones, bonos de producción, etcétera.

La elaboración de un **balance de personal** permite sistematizar la información sobre la mano de obra y calcular el monto de la remuneración del periodo. En el cuadro 7.5 se muestra una manera de ordenamiento de la información pertinente al personal, que se desprende del estudio técnico. La primera columna especifica cada uno de los cargos de la empresa. Muchas veces es necesario hacer más de un balance, según la magnitud y diversidad de tareas y procesos de producción. En otros casos, es posible prever cambios en los volúmenes de producción que podrían demandar cantidades distintas de personal. Por ello es importante precisar a qué productividad está asociada una determinada dotación, de manera que la evaluación del proyecto refleje los reales requerimientos de personal frente a eventuales aumentos de demanda proyectados. Si este fuese el caso, es recomendable efectuar una **proyección de la dotación,** en particular con el personal asociado a operaciones. Para ello, se requiere conocer la capacidad de atención máxima por persona, denominado también **productividad**, y en función de la demanda proyectada, obtener por defecto la dotación de personas requerida para los distintos niveles de producción, de tal manera que el modelo de evaluación que se construya vaya automáticamente incorporando puestos en la medida en la que se vayan pronosticando aumentos o reducciones de demanda.

concepto clave

Productividad: la capacidad de atención máxima por persona.

Así, al multiplicar la dotación de personal proyectada con las remuneraciones unitarias, se obtienen los gastos de personal anuales en función del tamaño de la organización. Incluso, pudiera darse el caso de que al comienzo del proyecto no se requiera de todos los cargos, tal como se observa en el cuadro 7.6 con el asistente y junior, que aparecen con número cero.

El número de puestos cuantifica en cada cargo el número de personas y el grado de calificación que se requiere. En las columnas Remuneraciones, Unitario y Total del cuadro 7.5, se indica el costo de la mano de obra para la empresa. Es importante destacar que la remuneración debe expresarse en función del periodo que se considera en la evaluación (mes, año). Así, al sumar la última columna, se obtendrá el monto del costo de la mano de obra por periodo.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Cuadro 7.5 Balance de personal

Dotación para un volumen determinado			
Cargo	Puestos	Remuneración bruta	
		Mensual	Anual
Administrativos			
Gerente general	1	7 000	84 000
Jefe adquisiciones	1	1 950	23 400
Jefe personal	1	1 430	17 160
Jefe administración	1	1 300	15 600
Vendedores	4	1 430	68 640
Junior	1	390	4 680
Aseo	5	390	23 400
Secretaria	1	715	8 580
Producción			
Jefe de planta	1	3 500	42 000
Operador de planta	1	2 000	24 000
Operador calificado	3	1 400	50 400
Operadores semicalificados	3	806	29 016
Ingeniero químico laboratorio	1	2 600	31 200
Asistentes laboratorio	2	1 560	37 440
Jefe mecánico	1	2 600	31 200
Jefe eléctrico	1	2 600	31 200
Total	29		521 916

Cuadro 7.6 Proyección de dotación

Cargo	Productividad	Puestos Año 1	Puestos Año 2	Puestos Año 3	Puestos Año 4	Puestos Año 5	Puestos Año 6
Administrativos							
Gerente	Fijo	1	1	1	1	1	1
Product Manager	40	1	2	3	4	5	5
Asistentes	Fijo	0	1	1	1	1	1
Secretaria	Fijo	1	1	1	1	1	1
Junior	Fijo	0	1	1	1	1	1
Contabilidad	Fijo	1	1	1	1	1	1
Operaciones							
Gerente operaciones	Fijo	1	1	1	1	1	1
Analista de datos	36	1	2	3	4	6	6
Programador web y sistemas	Fijo	1	1	1	1	1	1
Ejecutivas de cuentas	15	2	3	4	6	9	9
Total dotación		9	14	17	21	27	27

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Otros desembolsos asociados con la mano de obra deberán integrarse adicionalmente al balance, como las comisiones por venta, los premios por productividad, las asignaciones especiales por Navidad, fiestas patrias, etcétera.

Como se mencionó, en aquellos casos en los cuales el proyecto estima variaciones en los niveles de producción, debido a la existencia de estacionalidades en las ventas o por proyecciones de crecimiento en la demanda, deberá construirse la proyección de dotación para garantizar la inclusión de todos sus efectos sobre los flujos de fondos definitivos del proyecto.

7.8. Balance de materias primas

Cada proyecto tendrá entre sus ítems de costos de fábrica algunos insumos más relevantes que el resto. Según su importancia, será necesario desarrollar tantos balances como ítems lo hagan necesario.

El cálculo de los materiales se realiza a partir de un programa de producción que define, en primer término, el tipo, la calidad y la cantidad de materiales requeridos para operar en los niveles de producción esperados.

Los materiales que deben estudiarse no solo son aquellos directos (elementos de conversión en el proceso), sino también los indirectos o complementarios del proceso, que van desde útiles de aseo hasta lubricantes de mantenimiento o envases para el producto terminado.

Al estimar los costos de materiales es posible determinar su costo para distintos volúmenes de producción y así obtener el costo total de materiales por periodo, al igual que para la mano de obra. También aquí el periodo en el que se cuantifique el costo de los materiales debe determinarse por la unidad de tiempo usada en la evaluación del proyecto. Un balance de materiales se tipifica en el cuadro 7.7.

Cuadro 7.7 Balance de materiales

Volumen de producción: XX unidades				
Material	Unidad de medida	Cantidad	Costo anual	
			Unitario ($)	Total ($)
Harina	Quintal métrico	3 000	10 000	30 000 000
Azúcar	Toneladas	225	110 000	24 750 000
Grasas (hidrogenadas)	Kilos	3 000	300	900 000
Leche	Litros	150 000	100	15 000 000
Agentes leudantes	Kilos	300	400	120 000
Sal	Kilos	2 000	50	100 000
Aromas naturales	Litros	150	500	75 000
Envases	Unidades	2 750 000	5	13 750 000

Las mismas consideraciones planteadas para el balance de personal deberán reiterarse en un **balance de materiales**, con la única diferencia de que la diversidad de materiales hace necesario explicar la unidad de medida que permita su cuantificación, por ejemplo, litros, kilogramos, barras, metros lineales, etcétera. En otros términos, deberían aplicarse los coeficientes de consumo por unidad de producto para luego aplicar los costos correspondientes.

En muchas ocasiones, no será necesario construir este balance año por año, ya que podría establecerse una función entre la demanda y el comportamiento del costo. Para entender el procedimiento propuesto, se analizará el siguiente ejemplo de una planta galvanizadora.[5]

[5] Estudio realizado por Sapag y Sapag Consultores LTDA. Proyecto GYMSA.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Cuadro 7.8 Estructura de costos directos de fabricación

Materia prima o insumo	Consumo unitario por tonelada	Precio × kilo / litro	Gasto por tonelada
Zinc total	80.00 kg	744	59 486
Elemento aleante N°1	0.08 kg	6 000	480
Elemento aleante N°2	0.06 kg	10 000	600
Ácido clorhídrico	24.00 litros	104	2 480
Alambre de colgado	0.75 kg	800	600
Cloruro de zinc amoniacal doble	1.30 litros	620	806
Filmflux	0.20 kg	10	2
Sosa cáustica	0.20 kg	350	70
Cal apagada	4.00 kg	100	400
Cloruro de amonio	1.00 litros	250	250
Cloruro de zinc	0.40 litros	680	272
Desengrase alcalino	0.40 kg	800	320
Dicromato de sodio	0.06 kg	5 000	300
Amoniaco	0.50 litros	380	190
Cal viva	1.00 kg	100	100
Alambre aluminio	0.03 kg	2 000	60
Agua oxigenada	0.02 litros	800	16

En la primera columna se indican los distintos insumos y materiales que se requieren para galvanizar. La columna siguiente muestra la cantidad de material por cada tonelada de galvanizado que se procese. Dicha información obedece a un estudio técnico efectuado por un profesional especializado en el tema. Esta parte del proceso de PEP comúnmente se denomina **estudio técnico-económico**. La tercera columna incorpora los precios unitarios en función de la unidad de medida determinada en la comuna anterior, información levantada en el estudio de mercado proveedor. La última columna representa el costo directo por tonelada galvanizada, que resulta de multiplicar el valor unitario por unidad de medida por el requerimiento del material por tonelada. De esta manera se variabiliza el costo.

Dado que la estimación de demanda se efectuó en toneladas, el costo directo total resulta de multiplicar las toneladas producidas por el costo directo por tonelada galvanizada.

concepto clave

Balance de insumos generales: incluye todos aquellos insumos de carácter heterogéneo o que quedan fuera de clasificación, como agua potable, energía eléctrica, combustible, etcétera.

7.9. Balance de insumos generales

Existen muchos costos que por su índole no pueden agruparse en torno a una variable común. En este caso, se recurrirá a un **balance de insumos generales** que incluirá todos aquellos insumos que quedan fuera de clasificación, por ejemplo, agua potable, energía eléctrica, combustible, seguros, arriendos, etcétera. El balance de insumos generales es igual al balance de materiales, con la única diferencia de que este agrupará insumos de carácter heterogéneo. El cuadro 7.9 muestra la forma de este balance.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Cuadro 7.9 Balance de insumos generales

Volumen de producción: XX unidades				
Insumos	Unidad de medida	Cantidad	Costo anual	
			Unitario ($)	Total ($)
Agua potable	m^3	480 000	15	7 200 000
Energía	Kw	5 000 000	14	70 000 000
Petróleo	Litros	120 000	50	6 000 000
Soldadura	Metros	14 000	200	2 800 000
Pintura	Galones	200	1 600	320 000

Todas las consideraciones hechas para el balance de materiales son válidas para el de insumos generales. Es posible que para algunos costos no se disponga de la unidad de medida correspondiente, o bien, que no estén asociados a alguna de ellas, como puede ser el gasto común asociado al arriendo de una determinada instalación, en cuyo caso deberá considerarse en el balance el desembolso mensual y anual, respectivamente, obviando la unidad de medida.

En los análisis de sensibilidad correspondientes es posible considerar eventuales variaciones en el valor de las estimaciones iniciales como imprevistos. Así, por ejemplo, se calculan márgenes de imprevistos en la construcción de la obra física, en el equipamiento de maquinarias, en el de herramientas, en los costos de operación en materiales, mano de obra o insumos generales. Como se verá en el capítulo 18, mediante la sensibilización del proyecto es posible descartar el **ítem de imprevistos** en los flujos originales del proyecto para disponer de un flujo lo más real posible que queda sujeto a ajuste como resultado de la sensibilización.

7.10. Elección entre alternativas tecnológicas

Partiendo del supuesto de que los ingresos son iguales para todas las **alternativas tecnológicas**, lo que por su capacidad productiva no necesariamente puede ser así, resulta conveniente elegir la alternativa que tenga el menor valor actualizado de sus costos. Según este autor, una alternativa puede tener altos **costos de capital**, también denominados **costos de inversión**, y bajos costos operativos, en circunstancias en las que otra tecnología tiene menores inversiones pero mayores **costos de operación**. Por esto, el valor actualizado de ambos calendarios de desembolsos se modificará con variaciones en la tasa de descuento utilizada.[6] A medida que se aumenta esta tasa, sus valores actuales se reducirán, pero a distinto ritmo, puesto que al bajar tasas de descuento la alternativa con mayores inversiones tendrá un menor valor actual. Sin embargo, para tasas de descuento mayores, la situación se invierte, siendo la alternativa con mayores costos de operación la que tendrá el menor valor actualizado de sus costos.

Otro factor, tan relevante como la determinación de la tasa de actualización de flujos o costo de capital, tiene relación con la determinación del **horizonte de evaluación** con que se efectúa el análisis.[7] Cuando se compara una alternativa tecnológica de mayor inversión pero con costos menores de operación, con otra alternativa de bajo costo de inversión pero con mayores costos de operación, matemáticamente podría determinarse en qué momento ambas alternativas se equiparan en valor presente de costos. Necesariamente se encontrará un punto de intersección, por lo que, si no se define adecuadamente el horizonte de largo plazo con el que se hace el análisis, aún no se estará en condiciones de resolver la incógnita.

Lo que evidentemente ocurrirá en el análisis de diferentes alternativas tecnológicas es que los balances de cada una de ellas serán distintos. Así, una alternativa podrá disponer de un determinado balance de maquinarias, equipos y tecnología para una opción que privilegie un uso intensivo de ella, en desmedro de la utilización de mano de obra, mientras que otra puede funcionar exactamente a la inversa.

[6] Ver el capítulo 17.
[7] Ver el capítulo 14.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

La única exigencia que se le hará a cada alternativa es que sea capaz de producir en calidad y cantidad el número de unidades definidas en función de los resultados del estudio de mercado. De esta manera, cada alternativa dispondrá de balances que le son propios con el fin de construir los flujos que le correspondan. En el caso de que existan desembolsos igualitarios en un balance o en parte de él para todas las opciones, podrá obviarse este dato en los flujos por no ser relevante para la toma de decisión de la alternativa tecnológica más conveniente.

Para comprender mejor el procedimiento, analicemos la siguiente situación en términos de flujos de caja. Suponga que un proyecto en el cual se requiere determinar cuál alternativa productiva es más conveniente asumiendo que los activos no tienen valor de desecho al final de su evaluación. La opción uno genera los siguientes costos de inversión y de operación proyectados en miles de dólares:

Cuadro 7.10

Situación A	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Costos de mantenimiento		(410)	(410)	(410)	(410)
Insumo de materiales		(200)	(200)	(200)	(200)
Remuneraciones		(100)	(100)	(100)	(100)
Depreciaciones		(750)	(750)	(750)	(750)
Resultado antes de impuesto		(1 460)	(1 460)	(1 460)	(1 460)
Impuesto 20%		292	292	292	292
Resultado después de impuesto		(1 168)	(1 168)	(1 168)	(1 168)
Depreciación		750	750	750	750
Inversión	(3 000)				
Flujo neto	**(3 000)**	**(418)**	**(418)**	**(418)**	**(418)**
VAN 12%	**(4 270)**				

Al evaluar esta opción puede señalarse que esta alternativa genera un valor actual de costos de 4 270 millones de dólares. La opción dos, siendo más intensiva en capital, presenta los siguientes costos de inversión y operación proyectados en miles de dólares:

Cuadro 7.11

Situación B	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Costos de mantenimiento		(200)	(200)	(200)	(200)
Insumo de materiales		(150)	(150)	(150)	(150)
Remuneraciones		(120)	(120)	(120)	(120)
Depreciaciones		(875)	(875)	(875)	(875)
Resultado antes de impuesto		(1 345)	(1 345)	(1 345)	(1 345)
Impuesto 20%		269	269	269	269
Resultado después de impuesto		(1 076)	(1 076)	(1 076)	(1 076)
Depreciación		875	875	875	875
Inversión	(3 500)				
Flujo neto	**(3 500)**	**(201)**	**(201)**	**(201)**	**(201)**
VAN 12%	**(4 111)**				

www.fullengineeringbook.blogspot.com

A pesar de que esta opción es más elevada en inversión, es más eficiente en mantenimiento e insumos, no así en mano de obra. No obstante, el ahorro generado por esos dos conceptos compensan sobradamente la mayor inversión, por lo que la segunda alternativa es más eficiente en valor presente de costos de inversión y de operación, pues presenta un valor actualizado de 4 111 millones de dólares.

Si bien es cierto que al comparar la diferencia entre ambos valores actuales de costos puede determinarse el **beneficio económico neto**, es decir, 4.270 − 4.111. = 159 millones de dólares, también podría construirse el **flujo diferencial** entre ambas opciones:

Cuadro 7.12

Flujo costos diferenciales	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Costos de mantenimiento		210	210	210	210
Insumo de materiales		50	50	50	50
Remuneraciones		(20)	(20)	(20)	(20)
Depreciaciones		(125)	(125)	(125)	(125)
Resultado antes de impuesto		115	115	115	115
Impuesto 20%		(23)	(23)	(23)	(23)
Resultado después de impuesto		92	92	92	92
Depreciación		125	125	125	125
Inversión	(500)				
Flujo neto	**(500)**	**217**	**217**	**217**	**217**
VAN 12%	**159**				
TIR	**26%**				

En el flujo de costos diferenciales, el VAN es equivalente a la diferencia de los dos valores actuales de costos. De esta manera, podría determinarse la rentabilidad asociada con la elección de la alternativa más eficiente, aunque se trate de comparar solo costos, pues lo que está demostrando es que 500 mil dólares más de inversión generan ahorros netos anuales de 217 mil dólares, equivalentes a una rentabilidad de 26% anual.

La tecnología administrativa, el personal directivo, los gastos generales de administración y otros gastos propios de ella se estudiarán más adelante, cuando se analicen los efectos económicos de los aspectos organizacionales. Por lo tanto, en esta parte del estudio solo se incorporan los desembolsos relacionados con el proceso productivo de bienes o servicios que el proyecto eventualmente entregaría al mercado.

recuerde y reflexione

En los estudios de prefactibilidad o factibilidad, particularmente en la determinación de cuál será la alternativa tecnológica que le reporte el mayor beneficio al proyecto, deberán construirse los flujos alternativos correspondientes, tomando como base de información los distintos balances que le pertenezcan a cada una de ellas, eligiendo la que tenga el menor valor actualizado de costo o el mayor VAN si las opciones tecnológicas están asociadas a cambios en las características del producto que pudieran vincularse con precios diferentes.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

La tasa de descuento que deberá aplicarse debe ser la misma que se utilizará posteriormente para evaluar el proyecto en su totalidad. Su metodología de cálculo se analizará con profundidad en el capítulo 16.

En el estudio de perfil podrá usarse un promedio anual representativo de una situación de perpetuidad, que supone que si en un año promedio una alternativa es mejor que la otra, en general siempre lo será.

La alternativa de mayor riesgo es aquella que tiene mayor intensidad en capital, por el alto peligro de obsolescencia técnica que lleva aparejado. Por lo regular, al tomar esta alternativa se exige al proyecto un periodo de recuperación de la inversión más acelerado que si se optara por una con mayor intensidad en mano de obra.

Dervitsiotis,[8] quien también parte del supuesto de ingresos iguales para distintas alternativas de tecnología, propone calcular el costo de las diferentes tecnologías pero a distintos volúmenes de producción, porque como cada tecnología presenta una estructura de costos diferentes ante variaciones en la capacidad, medida como volumen de producción, una alternativa tecnológica de menor costo puede pasar a ser la más onerosa. Lo señalado puede visualizarse en la figura 7.4, donde A_1, A_2 y A_3 son tres tecnologías con tres estructuras de costos diferentes, siendo A_1 intensiva en mano de obra y A_3 intensiva en capital.

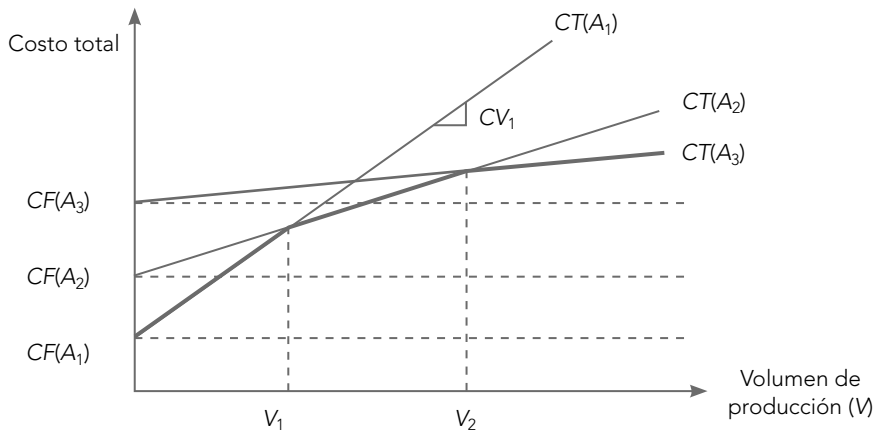


Figura 7.4 Funciones lineales de costo total de alternativas tecnológicas.

Si el volumen de producción es menor que V_1, A_1 es la mejor alternativa, ya que minimiza el costo total. Si el volumen de producción se encuentra entre V_1 y V_2, la alternativa de menor costo pasa a ser A_2; pero si el volumen de producción esperado es mayor que V_2, la alternativa más económica es A_3.

La función de costo total se obtiene de la suma de los costos fijos y variables asociados con cada alternativa. Los primeros definen el punto de intersección de la función con el eje vertical y representan un monto no susceptible a cambios ante diferentes volúmenes de producción. El costo variable define la pendiente de la función y representa el costo de producir cada unidad por el número de unidades para producir. Esto puede representarse como lo muestra la figura 7.5.

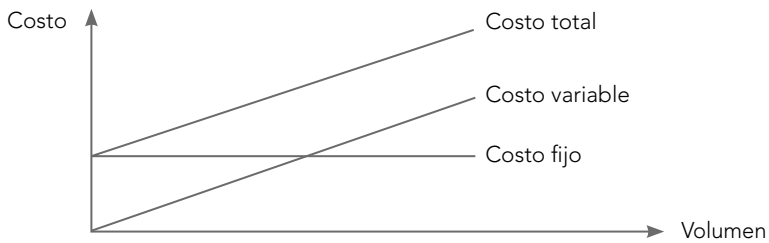


Figura 7.5 Funciones lineales de costo respecto del volumen.

[8] Kostas N. Dervitsiotis, *Operations Management*, McGraw-Hill, Nueva York, 1981.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

En su modelo, Dervitsiotis no considera tres factores extremadamente importantes en la elección de alternativas tecnológicas: a) que la estructura de costos fijos y variables cambia a distintos niveles de producción; b) que las alternativas tecnológicas podrían implicar cambios en las características del producto y, en consecuencia, en los precios, y c) que existen otros costos indirectos relevantes, como los impuestos y el costo de capital.

Es muy probable que ante aumentos en los volúmenes de producción se logren economías de escala, por ejemplo, por la posibilidad de obtener descuentos por volúmenes de compra. Asimismo, es probable que para la fabricación de más de un número determinado de unidades, se requiera incrementar el costo fijo, por tener que contratar más personal o para ampliar la capacidad de planta, con los consiguientes mayores costos de operación.

Si esto fuera así, la función de costo total asumiría la forma que muestra la figura 7.6. Así, la comparación de alternativas tecnológicas de la figura 7.4 adopta características como las que se muestran en la figura 7.6. Como se aprecia en esta última figura, una alternativa tecnológica puede ser la mejor en rangos diferentes de volúmenes de producción. El hecho de que las alternativas tecnológicas puedan implicar precios diferentes y, por lo tanto, ingresos diferentes, obliga a optar por aquella alternativa de mayor rentabilidad, no por la de menor costo. En general esto se mide por la comparación de los ingresos con la suma de los costos fijos y variables asociados con cada alternativa. El modelo opcional que aquí se plantea incorpora todos los elementos que componen el costo total de cada una y que el modelo tradicional no permite tener en cuenta.

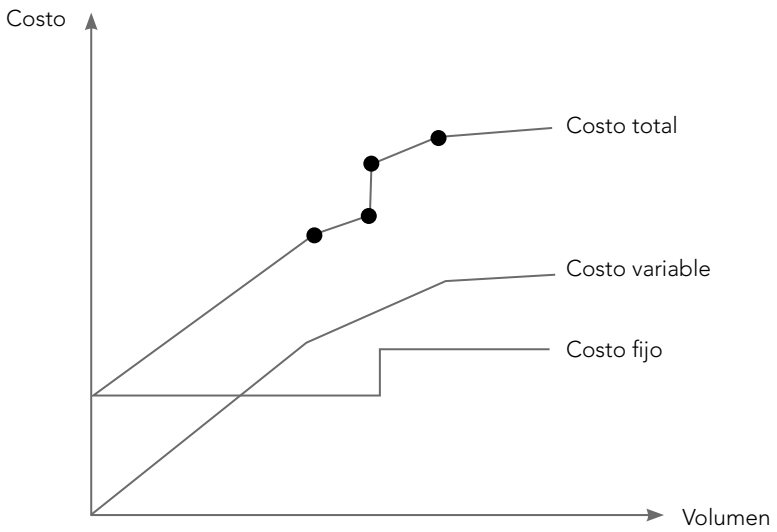


Figura 7.6 Funciones no lineales de costo respecto del volumen.

Importancia de los factores cualitativos

recuerde y reflexione

Por último, es importante señalar la incidencia de los **factores cualitativos** o estratégicos en el proceso de selección de una alternativa tecnológica. Si bien es cierto que los factores económicos desempeñan un rol crucial en la toma de decisiones, hay aspectos de carácter subjetivo que pueden hacer revertir la decisión, pues no siempre lo más eficiente en costos resulta ser la decisión correcta.

Existe una serie de factores cualitativos, como la duración de la garantía, la disponibilidad de repuestos, la velocidad de respuesta del departamento de soporte técnico del proveedor de tecnología y niveles de servicio (como el caso de asistencia técnica en terreno frente a una even-

www.fullengineeringbook.blogspot.com

tual falla, el soporte permanente al cliente las 24 horas los siete días de la semana, asesoría en la optimización del uso de la tecnología, respaldo y solidez financiera del proveedor de tecnología, imagen de marca, etcétera), que pueden llevar a determinar que no necesariamente la opción de menor costo actualizado representa la mejor decisión.

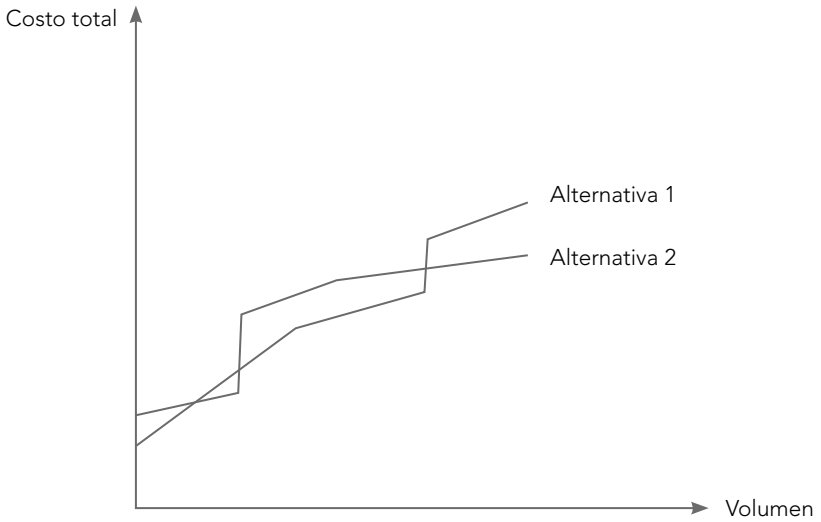


Figura 7.7 Funciones no lineales de costo total de las alternativas tecnológicas.

Resumen

El estudio de ingeniería, aunque tiene por principal finalidad entregar la información económica al preparador de proyectos, debe permitir la selección de la alternativa tecnológica más adecuada para el proyecto.

El objetivo del estudio técnico es llegar a determinar la función de producción óptima para la utilización eficiente y eficaz de los recursos disponibles para la producción del bien o servicio deseado. De la selección de la función óptima se derivarán las necesidades de equipos y maquinarias que, junto con la información relacionada con el proceso de producción, permitirán cuantificar el costo de operación.

Las necesidades de inversión en obra física se determinan principalmente en función de la distribución de los equipos productivos en el espacio físico, tanto actual como proyectado, en el caso de que dichas instalaciones no sean arrendadas sino propias.

En algunos casos, el estudio técnico debe proporcionar información financiera relativa a ingresos de operación; por ejemplo, cuando los equipos y las máquinas que deben reemplazarse tienen un valor de venta o cuando el proceso permite la venta de desechos o subproductos.

La capacidad de la planta se relaciona directamente con la inversión realizada. El estudio de la "masa crítica técnica" permite identificar la interrelación de estas variables con el costo de fabricación y con la capacidad.

La elección de la mejor alternativa tecnológica se efectúa normalmente cuantificando los costos y actualizándolos para optar por la que presente el menor valor, para lo cual se requiere de un análisis exhaustivo no solo de los costos de inversión y operación asociados, sino también de la consideración de factores subjetivos y estratégicos no siempre cuantificables. Igual importancia merece la determinación del costo de capital o tasa de descuento de dichos flujos, pues, por un efecto matemático, las altas tasas de descuento incentivan opciones de bajo costo de inversión y de alto costo de operación, y viceversa.

La determinación del horizonte de evaluación también desempeña un rol importante, pues al comparar dos alternativas tecnológicas puede determinarse matemáticamente en qué momento ambas opciones se igualan en valor actualizado de costos; por lo tanto, si no se define adecuadamente este aspecto, el análisis puede inducir a errores.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Es importante tener presente que para distintos volúmenes de producción pueden existir alternativas óptimas distintas, lo que obliga a considerar los efectos de manera integral.

En consideración de que las particularidades técnicas de cada proyecto son normalmente muy diferentes entre sí y frente a la especialización requerida para cada una de ellas, este capítulo tuvo por objeto dar un marco de referencia al estudio técnico. Sin embargo, puesto que la sistematización de la información económica que este estudio prevea debe ser realizada por todo preparador de proyectos, la elaboración de distintos tipos de balances constituye la principal fuente de sistematización de la información económica que se desprende del estudio técnico. Deberán utilizarse formularios similares para presentar los antecedentes económicos que se desprendan del estudio organizacional.

El estudio técnico no es un estudio aislado ni tampoco uno que se refiera exclusivamente a cuestiones relacionadas con la producción del proyecto. Por el contrario, deberá tomar la información del estudio de mercado referente a la necesidad de locales de venta y distribución para determinar la inversión en la obra física respectiva. De igual manera, deberá procederse respecto del estudio organizacional para el dimensionamiento y la cuantificación de la inversión en oficinas, bodegas, accesos y otras inversiones de carácter administrativo y gerencial.

Preguntas y problemas

1. ¿En qué aspectos la selección del proceso productivo puede afectar a la rentabilidad de un proyecto?
2. Identifique las variables más importantes que deben considerarse en la decisión acerca de la selección de un proceso productivo.
3. Indique qué efectos tiene la tasa de costo de capital y el horizonte de evaluación en el análisis económico de dos alternativas tecnológicas.
4. Indique de qué manera los factores subjetivos pueden influir en el proceso de toma de decisiones acerca de alternativas productivas.
5. Analice los distintos tipos de inversiones en obra física que se realizan durante la operación del proyecto.
6. Identifique los principales tipos de balances de equipos y las variables que debe incluir cada uno.
7. Explique el concepto de vida útil en un balance de equipos.
8. Analice el modelo de Lange para seleccionar la capacidad productiva óptima.
9. Defina una metodología de análisis, identificando las principales variables para realizar el estudio técnico de los siguientes proyectos:
   a) Creación de un colegio de educación media.
   b) Reapertura de un aeropuerto.
   c) Operación de una planta lechera.
10. Señale mínimo cinco de los principales resultados que se obtienen en el estudio de ingeniería de un proyecto que desea evaluarse económicamente.
11. ¿Puede el análisis del punto de equilibrio incorporar el efecto de las inversiones fijas y la rentabilidad exigida por el inversionista sobre el capital invertido?
12. En la realización del estudio técnico de un proyecto se encuentran tres alternativas tecnológicas que se adecuan a los requerimientos exigidos para su implementación. El costo fijo anual de cada alternativa sería:

Producción	A	B	C
0 – 10 000	300 000	350 000	500 000
10 001 – 20 000	300 000	350 000	500 000
20 001 – 30 000	400 000	350 000	500 000
30 001 – 40 000	400 000	450 000	500 000

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Los costos variables unitarios de cada alternativa, por rango de producción, se estiman en:

Producción	A	B	C
0 – 30 000	10.0	9.0	6.0
30 001 – 40 000	9.5	8.5	5.0

¿Qué alternativa seleccionaría si la demanda esperada es de 10 000 unidades anuales? Si la demanda no es conocida, ¿cuál es el punto crítico en el que convendrá cambiar de una a otra alternativa? Si una alternativa es abandonada al llegar a un tamaño que haga a otra más conveniente, ¿es posible que vuelva a ser seleccionada a volúmenes mayores?

13. En el estudio de una nueva línea de productos para una empresa en funcionamiento, la investigación del mercado concluye que es posible vender 30 000 unidades anuales adicionales de un producto a $350.00 cada uno, pagando una comisión de venta de 1%. El estudio técnico calcula que para ese nivel de operación podrían esperarse los siguientes costos variables:

Material directo	$80.00
Mano de obra directa	$40.00
Gastos de fabricación	$30.00

Los costos fijos anuales de fabricación, administración y ventas alcanzan $3 800 000.00, los que incluyen $2 000 000.00 de depreciación. La inversión en equipos alcanza $20 000 000.00, los que serán financiados en 70% con préstamos bancarios a 10% de interés, y el saldo con capital propio al que se exige una rentabilidad de 12% anual. La nueva línea de productos requerirá ampliar la inversión en capital de trabajo, la cual se estima en cuatro meses de costos de funcionamiento desembolsables, antes de impuestos y gastos financieros. El capital de trabajo será financiado en la misma proporción y costo que la inversión fija.

Los equipos tienen una vida útil de 10 años, al cabo de los cuales no tendrán valor de desecho. Para fines contables se deprecian linealmente a una tasa de 10% anual. Los impuestos ascienden a 10% de las utilidades.

Alternativamente, el estudio técnico señala la existencia de un equipo menor, con capacidad de hasta 25 000 unidades anuales, que permitiría reducir los gastos de fabricación a $20.00 y los costos fijos a $3 300 000.00 por año, considerando que habría ahorros de $300 000.00 en mantenimiento y de $200 000.00 en depreciación, por lo que el equipo costaría $18 000 000.00. El responsable del estudio de mercado indica que la producción de 25 000.00 unidades no es suficiente para cubrir la demanda esperada. Sin embargo, dejar demanda insatisfecha permitiría subir el precio a $390.00 la unidad. Por otra parte, los proveedores otorgarían un descuento por volúmenes en compras iguales o superiores a las 30 000 unidades. Esto implicaría considerar, para el nivel de operación de 25 000 unidades, un costo por material directo unitario de $88.00. ¿Qué alternativa seleccionaría? ¿A qué precio mínimo debería venderse el producto en cada alternativa para asegurar al propietario la rentabilidad deseada por él? ¿Cuál es la cantidad de equilibrio en ambos casos? ¿Qué rentabilidad porcentual lograría el inversionista?

14. Un proyecto que produciría y vendería 10 000 unidades anuales a un precio de $100.00 cada una muestra la siguiente estructura de costos anuales:

Costos	Fijos ($)	Variables ($)
Material directo		100 000
Mano de obra		200 000
Fabricación	80 000	300 000
Administración	90 000	40 000
Ventas	100 000	60 000

www.fullengineeringbook.blogspot.com

¿Qué volumen mínimo deberá venderse para estar en equilibrio y para obtener una utilidad de $48 000.00?

15. En el estudio de un proyecto se identifican tres posibles lugares en los que podría demandarse el producto que se elaboraría:

    Los recursos disponibles del inversionista están limitados a $500 000.00. De acuerdo con información disponible de la industria, una planta con capacidad para producir 40 000 unidades cuesta $400 000.00 y su exponente es 0.3.

Localidad	A	B	C
Demanda	32 000	51 000	78 000

    Analice las opciones de planta para abastecer a uno o más mercados.

16. En el estudio de un nuevo proyecto, la investigación de mercados concluye que es posible vender 40 000 unidades de un producto a $450.00 cada uno. El estudio técnico calcula que para ese nivel de operación podría esperarse un costo variable de $60.00. Los costos fijos anuales de fabricación, administración y ventas alcanzan a $4 800 000.00, los cuales incluyen $2 500 000.00 de depreciación.

    La inversión en equipos alcanza $25 000 000.00, a la que se le exige una rentabilidad de 12% anual.

    Los equipos tienen una vida útil real de 20 años, al cabo de los cuales no tendrán valor de desecho. Para fines contables, se deprecian linealmente a una tasa de 10% anual. Los impuestos ascienden a 10% de las utilidades. Al décimo año, los equipos tendrán un valor de mercado de $5 000 000.00.

    Alternativamente, puede fabricarse un producto similar con otro equipo que costaría $35 000 000.00, pero que opera con costos variables de solo $52.00 y con costos fijos de $5 300 000.00. Su vida útil real es de 20 años, al cabo de los cuales tendrá un valor esperado de mercado de $8 000 000.00. Si todas las demás variables fuesen comunes, ¿qué alternativa recomienda? ¿Cuál es el volumen de equilibrio que hace indiferente a ambas alternativas?

17. Al visitar una feria internacional de tecnología, un inversionista pudo constatar la existencia de una maquinaria que podría utilizarse en su país para la fabricación de un bien que actualmente se importa. Se le proporcionan todos los antecedentes técnicos de la máquina, incluida una cotización que contempla un financiamiento a 10 años. En vista de estos antecedentes, el inversionista, al regresar a su país, encarga la realización del estudio de preinversión correspondiente, indicando al profesional encargado de la investigación que se circunscriba a desarrollar el estudio de mercado consumidor y el estudio de organización, puesto que los antecedentes del estudio técnico y los del estudio financiero ya obran en su poder. Si a usted se le llamara para el desarrollo del estudio, ¿qué le diría al inversionista?

18. En la definición de la mejor alternativa tecnológica para el proyecto, deberán identificarse para cada una de ellas los equipos, las maquinarias y las tecnologías que se requieren. Un elemento importante a considerar es el del valor residual. ¿Por qué? ¿Cuál es su tratamiento?

Comente las siguientes afirmaciones:

a) Siempre es mejor elegir un proceso productivo intensivo en capital que otro intensivo en mano de obra, ya que la automatización provoca menores costos unitarios de producción.

b) El proceso productivo óptimo para el proyecto es aquel que maximiza la producción para un nivel dado de inversión.

c) El resultado de un estudio de mercado puede ser determinante en la decisión acerca de la elección de una alternativa tecnológica.

d) El valor de la inversión en equipos no influye en el costo del producto que se elaboraría al implementar el proyecto.

e) Siempre que se espere obtener rebajas importantes en los costos de compra de procesos, equipos, servicios tecnológicos o materias primas, será conveniente desagregar el paquete tecnológico.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

f) Debe elegirse la alternativa tecnológica intensiva en capital, ya que el monto de su inversión más el valor actual de su costo de operación es menor que el valor actual de los costos de aquella cuyo procedimiento es artesanal.
g) El proceso productivo óptimo es aquel que maximiza la producción para un nivel dado de producción.
h) La aparición de un nuevo proceso productivo que, manteniendo la calidad, reduce la inversión requerida para elaborar el mismo producto que actualmente fabrica una empresa de manera rentable, obligará a esta a reemplazar el equipo en el más breve plazo.
i) La información que proporciona la mejor opción tecnológica en el estudio técnico es básica para la construcción del flujo de fondos del proyecto, puesto que nos indicará la cuantía de las inversiones que se requerirán para su desarrollo.
j) El preparador y evaluador de un proyecto debe demostrar cuál es la mejor opción de tecnología, tamaño, localización y organización, así como el menor monto posible de inversión capital de trabajo calculado mediante el método que dé el menor requerimiento y el menor costo de financiamiento existente en el mercado, y de igual manera para cualquier otra variable accidental en el proyecto.
k) Para la determinación de la mejor alternativa tecnológica deben considerarse las inversiones que cada opción requiere, tomando nota del valor libro de ellas al final del periodo, su vida útil, el crédito que otorga el fabricante, los costos de operación asociados a cada una de ellas y los impuestos que deban cancelarse.
l) El estudio técnico del proyecto debe llegar a determinar la función de producción óptima para la utilización eficiente y eficaz de los recursos disponibles para la producción del bien o servicio deseado. En caso de que exista más de un proceso productivo para producir el mismo bien, se seleccionará aquel que represente la menor inversión.
m) Al vender un activo en un proyecto en funcionamiento, el monto de los recursos que se obtengan constituye el ingreso que se percibirá en el flujo, y su cuantía debe incorporarse de la misma forma en la que se incluyen las ventas esperadas del bien que produce el proyecto.
n) En el análisis de alternativas tecnológicas, cuando ambas opciones proporcionan el mismo ingreso, se definirá aquella que genere el menor Valor Actual de Costos (*VAC*), independientemente de cuál sea la tasa de descuento que se utilice para evaluar las alternativas.
ñ) El valor de desecho de la venta de un activo al final de su vida útil será el mismo que aparecerá posteriormente al horizonte de evaluación al determinar el valor de venta comercial de todos los bienes del proyecto.
o) En la toma de decisión para seleccionar la mejor alternativa tecnológica, el ahorro tributario de cada una de ellas estará dado por la depreciación que genere cada opción. De esta forma, aquella alternativa que requiera una mayor inversión en tecnología generará mayor ahorro que las otras opciones.

Material complementario

Ejercicios recomendados del texto complementario: José Manuel Sapag, *Evaluación de proyectos*, *guía de ejercicios*, *problemas y soluciones*, McGraw-Hill, 3a. ed., 2007:

24. Renovación de equipos, **25.** Empresa metalúrgica, **26.** Profrut S.A., **27.** Soda S.A., **28.** Central termoeléctrica, **29.** Sistemas de grabación digital, **30.** Elaboración de concentrado de pasta de tomate, **36.** Externalización de servicio de transporte, **37.** Centro virtual, **38.** *Outsourcing* supermercado, **39.** Fábrica de calzado, **49.** Campos de hielo, **62.** Exportación de bacalao

Bibliografía

Curry, Steve y John Weiss, *Project Analysis in Developing Countries*, Palgrave, 2000.

Deslandes, H., "Las 8 etapas de un estudio de factibilidad" en: *Administración de empresas* 6(61), 1975.

Dervitsiotis, Kostas N., *Operations Management*, Nueva York, McGraw-Hill, 1981.

Guadagni, A. A., "El problema de la optimización del proyecto de inversión: consideración de sus diversas variantes" en: BID-ODEPLAN,

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Programa de adiestramiento en preparación y evaluación de proyectos, Vol. V., Santiago, 1976.

Horngreen, Charles, G. Foster y S. M. Datar, *Contabilidad de costos: Un enfoque gerencial*, Pearson Educación, 2007.

_____, *Cost Accounting: A Managerial Emphasis*, Pearson Education, Canadá, 2003.

Ilpes, *Guía para la presentación de proyectos*, México, Siglo Veintiuno Editores, 2006.

Lange, Oskar, *Teoría general de la programación (decisiones óptimas)*, Barcelona, Ariel, 1971.

Lichau, Ana María, *Estudios técnico económicos desarrollados en el Programa de Adiestramiento en Preparación y Evaluación de Proyectos 1976-2004*, Santiago, Mideplan, 2005.

Loevy, Jay, "Análisis del punto de equilibrio y de la contribución como herramienta en la elaboración de presupuestos" en: Sweeny, Allen y Robert Rachlin (eds.), *Manual de presupuestos*, México: McGraw-Hill, 1984, pp. 213-228.

Miranda, Juan José, *Gestión de proyectos: Identificación, formulación y evaluación*, Bogotá: MM Editores, 2005.

Sapag, Nassir, "Un modelo opcional para el análisis costo-volumen-utilidad" en: *Paradigmas en Administración*, núm. 10, 1987.

Sapag, Nassir, A. del Pedregal, C. del Solar, *El estudio técnico en la preparación y evaluación de proyectos* (tesis), Santiago, Universidad de Chile, 1981.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Capítulo 8

La determinación del tamaño

La importancia de definir el tamaño que tendrá el proyecto en términos de capacidad productiva se manifiesta principalmente en su incidencia sobre el nivel de las inversiones y de los costos que se calculen y, por lo tanto, sobre la estimación de la rentabilidad que podría generar su implementación. De igual manera, la decisión que se tome respecto del tamaño determinará el nivel de operación que posteriormente explicará la estimación de los ingresos por venta. Cabe señalar que la determinación del tamaño óptimo difiere de la decisión acerca de tecnología en que esta última busca determinar la mejor forma de producir el bien o servicio deseado en la calidad y cantidad especificada por el estudio de mercado; por ello, los ingresos de explotación no constituyen flujos relevantes. En cambio, una vez determinada la tecnología conveniente, la decisión de optimización del tamaño busca establecer, dentro del abanico de opciones de tamaño de dicha tecnología, cuál maximiza la rentabilidad del proyecto. Por tal razón los ingresos sí constituyen parte de los flujos relevantes en la decisión acerca del tamaño.

En este capítulo se analizarán los factores que influyen en esta decisión, los procedimientos para su cálculo y los criterios para buscar su optimización.

8.1. Cuándo evaluar tamaño

La determinación del **tamaño** no siempre constituye un aspecto que deberá abordar el preparador y evaluador de proyectos, pues cuando existe un tamaño único en términos de capacidad productiva o cuando la demanda no es creciente en el tiempo, la decisión es bastante simple. En el primer caso no existe otra opción; en el segundo, hay que buscar aquel tamaño que mejor se adapte a la **demanda constante**. Por consiguiente, el gran desafío existe cuando el preparador y evaluador de proyectos se enfrenta a una **demanda proyectada creciente** y a diversos tamaños de tecnología, pues podría existir una diversidad de combinaciones que satisfagan la condición.

8.2. Factores que determinan el tamaño de un proyecto

La determinación del tamaño responde a un análisis interrelacionado de una gran cantidad de variables de un proyecto: demanda, disponibilidad de insumos, localización y plan estratégico comercial de desarrollo futuro de la empresa que se creará con el proyecto, entre otras.

La **cantidad demandada** proyectada a futuro es quizá el factor condicionante más importante del tamaño, aunque este no necesariamente deberá definirse en función de un crecimiento esperado del mercado, ya que, como se verá más adelante, el nivel óptimo de operación no siempre será el que maximice las ventas. Vender más no necesariamente es sinónimo de ganar más. Aunque el tamaño puede ir adecuándose posteriormente a mayores requerimientos de operación para enfrentar un mercado creciente, es necesario que se evalúe esa opción en contraste con la de definir un tamaño con una capacidad ociosa inicial que posibilite responder oportunamente a una demanda creciente en el tiempo.

Existen tres situaciones básicas del tamaño que pueden identificarse respecto del mercado: que la cantidad demandada total sea claramente menor que la capacidad menor de las unidades productoras posibles de instalar, que la cantidad demandada sea igual a la capacidad mínima que puede instalarse y que la cantidad demandada sea superior a la mayor capacidad de las unidades productoras posibles de instalar.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

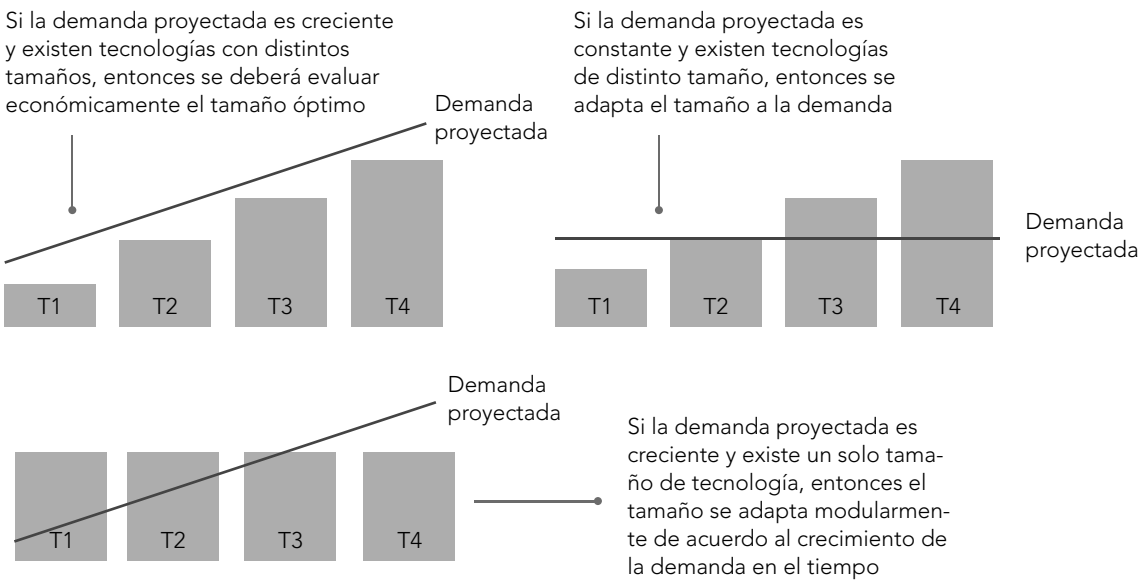

Si la demanda proyectada es creciente y existen tecnologías con distintos tamaños, entonces se deberá evaluar económicamente el tamaño óptimo
Demanda proyectada
T1
T2
T3
T4
Si la demanda proyectada es constante y existen tecnologías de distinto tamaño, entonces se adapta el tamaño a la demanda
Demanda proyectada
T1
T2
T3
T4
Demanda proyectada
T1
T2
T3
T4
Si la demanda proyectada es creciente y existe un solo tamaño de tecnología, entonces el tamaño se adapta modularmente de acuerdo al crecimiento de la demanda en el tiempo

Figura 8.1 ¿Cuándo evaluar tamaño?

Para determinar una de las tres situaciones, se define la función de demanda con la cual se enfrenta el proyecto en estudio y se analizan sus proyecciones futuras con el objetivo de que el tamaño no solo responda a una situación coyuntural de corto plazo, sino que se optimice frente al dinamismo de la demanda en el largo plazo.

recuerde y reflexione

El análisis de la cantidad demandada proyectada tiene tanto interés como la **distribución geográfica del mercado**. Muchas veces esta variable conducirá a seleccionar distintos tamaños para cada locación, dependiendo de la decisión acerca de la definición sobre instalar una fábrica de gran capacidad o varias fábricas, de tamaño igual o diferente, en distintos lugares y con número de turnos que pudieran variar entre ellos.

Por ejemplo, las economías de escala harán recomendable una planta de mayor tamaño que cubra una mayor extensión geográfica; sin embargo, esto hará subir los costos de distribución y logística, con un efecto contrario al de las economías de escala.

Como se observa en el mapa de la figura 8.2, la decisión de optimización de tamaño del caso que se ilustra tiene como opciones construir una gran planta productiva en la zona central de Perú, en la ciudad de Lima, o instalar tres plantas más pequeñas, pero que abastezcan de manera independiente a los mercados de las zonas central, norte y sur del país.

La disponibilidad de insumos, humanos, materiales y financieros, es otro factor que condiciona el tamaño del proyecto. Los insumos podrían no estar disponibles en la cantidad y calidad deseada, limitando la capacidad de uso del proyecto o aumentando los costos de abastecimiento, lo que puede incluso hacer recomendable el abandono de la idea que originó el proyecto. En este caso, es preciso analizar, además de los niveles de recursos existentes en el momento del estudio, aquellos que se esperan en el futuro. Entre otros aspectos, será necesario analizar las reservas de recursos renovables y no renovables, la existencia de sustitutos e incluso la posibilidad de cambios en los precios reales de los insumos en el futuro.

La disponibilidad de insumos se interrelaciona a su vez con otro factor determinante del tamaño: la **localización del proyecto**. Cuanto más lejos esté de las fuentes de insumos, más alto será el costo de su abastecimiento, produciendo una deseconomía de escala; es decir, cuanto más aumente el nivel de operación, mayor será el costo unitario de los insumos. Lo anterior determina la necesidad de evaluar la opción de tener una gran planta para atender un área extendida de la población *versus* varias plantas para atender cada una de las demandas locales

www.fullengineeringbook.blogspot.com

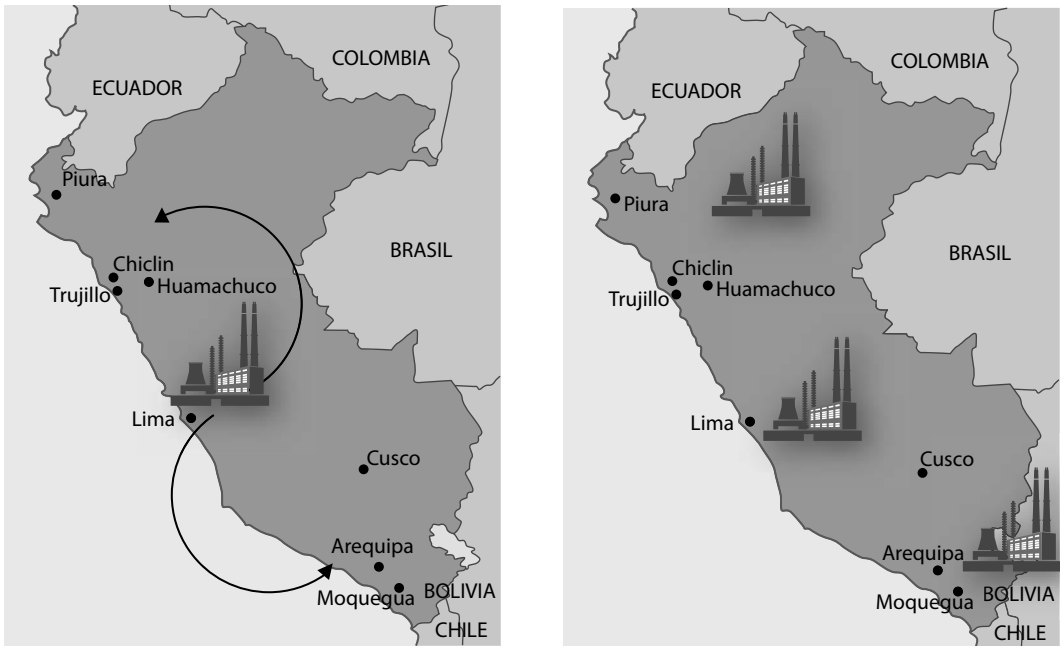


Figura 8.2 Ejemplo de optimización del tamaño.

menores. Cuanto mayor sea el área de cobertura de una planta, mayor será el tamaño del proyecto y su costo de transporte, aunque probablemente pueda acceder a ahorros por economías de escala,[1] por la posibilidad de obtener mejores precios al comprar mayor cantidad de materia prima, por la distribución de gastos de administración, de ventas y de producción entre más unidades producidas, por la especialización del trabajo y por la integración de procesos, entre otras razones.

El tamaño a veces deberá supeditarse, más que a la cantidad demandada del mercado, a la **estrategia de crecimiento** que se defina como la más rentable o segura para el proyecto. Por ejemplo, es posible que concentrándose en un segmento del mercado se logre maximizar la rentabilidad del proyecto. El plan de desarrollo deberá proveer la información para poder decidir el **tamaño óptimo económico**.

Por ejemplo, si un proyecto se plantea en tres etapas, siendo la primera el abastecimiento en la zona central; la segunda, en dos años, abastecer la zona norte; y la tercera, en cuatro años, abastecer en la zona sur, la selección del tamaño óptimo económico deberá considerar la demanda del proyecto en el largo plazo, es decir, considerando el abastecimiento integral y no basándose en la demanda esperada para la primera etapa del proyecto. Sin embargo, no siempre el óptimo económico condiciona la pauta a seguir. En un proyecto de galvanización se debía analizar si resultaba más conveniente comenzar con una tina de galvanizado de 7 metros *versus* una de 12 metros. De acuerdo con la proyección de demanda el óptimo económico se lograba con la de 12 metros; sin embargo, los inversionistas optaron por la de 7 argumentando que resultaba menos riesgoso comenzar un proyecto con menos inversión en vista de la incertidumbre que el negocio generaba en ese momento.

En algunos casos, la tecnología seleccionada permite la ampliación de la capacidad productiva en tramos fijos o discretos. En otras ocasiones, impide el crecimiento paulatino de la capacidad, por lo que puede ser recomendable invertir inicialmente en una capacidad instalada superior a la requerida en una primera etapa si se prevé que en el futuro el comportamiento del

[1] Aunque generalmente no se considera en la evaluación de proyectos, es posible que al aumentar el tamaño después de un determinado punto hasta donde se observen economías de escala, los costos unitarios tiendan a incrementarse, creando deseconomías de escala. Ver el capítulo 16.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

mercado, la disponibilidad de insumos u otra variable hará posible una utilización rentable de esa mayor capacidad.

En el estudio de mercado se señaló que la investigación del mercado consumidor podría incorporar un análisis de la elasticidad-precio de la demanda, lo que permitiría establecer cuál podría ser el aumento o disminución de la cantidad demandada ante una variación del precio.

En el análisis de las alternativas tecnológicas, la decisión de cuál resultaba más conveniente partía de la base de que todas ellas debían entregar en calidad y cantidad los requerimientos del mercado, independientemente de que la opción seleccionada pudiera aceptar un mayor nivel de producción. Así, podría existir una determinada capacidad ociosa, que podría utilizarse mediante la disminución del precio de acuerdo con el análisis de elasticidad. Este hecho generará consecuencias tanto en los ingresos del proyecto como en algunos de sus costos. De ahí que el análisis ingreso-volumen, en comparación con el costo asociado a ese mismo volumen, permitirá establecer si una eventual baja en el precio del bien repercutirá favorable o desfavorablemente en los flujos del proyecto. Si la demanda del bien, de acuerdo con las proyecciones del mercado, resulta ser creciente, la baja en el precio que deberá considerarse para el primer año del desarrollo del proyecto no será la misma que se utilice para el segundo, y así sucesivamente, en concordancia con el estudio de elasticidad a que se ha hecho mención.

Cuando se complete la capacidad de uso de la planta en relación con los requerimientos del mercado, podrán presentarse distintas opciones que deberán ser evaluadas económicamente para elegir aquella que genere los mayores beneficios netos al proyecto. De acuerdo con las características específicas de cada proyecto, podrían presentarse situaciones en las que la capacidad quede copada en parte del proceso productivo. En otros casos, cuando el proceso es de carácter continuo, podría ser la planta entera. Al coparse la capacidad en parte o en el total del proceso productivo, podrán existir opciones de solución para adecuar la capacidad a los requerimientos del mercado. De esta manera, podría estudiarse la posibilidad de ampliar la planta adicionando las inversiones, establecer nuevos turnos de trabajo o el pago de horas extraordinarias, encargar a un tercero el desarrollo de ellas e, incluso, aumentar el precio con el fin de lograr una menor cantidad demandada si el coeficiente de elasticidad lo permitiese.

Al disponerse de diversas opciones, se determina cuál es la más conveniente para el proyecto a través de flujos de caja relevantes que permitan estimar el VAN de las distintas alternativas de tamaño. Esta metodología de análisis también es válida para utilizarse en proyectos en marcha cuando la capacidad instalada no logra satisfacer los requerimientos de la demanda.

8.3. Economía del tamaño

Casi la totalidad de los proyectos presentan una característica de desproporcionalidad entre tamaño, costo e inversión, lo que hace, por ejemplo, que al duplicarse el tamaño, los costos y las inversiones no lo hagan. Esto ocurre por las economías o deseconomías de escala que presentan los proyectos.

recuerde y reflexione

La decisión de hasta qué tamaño crecer deberá considerar esas economías de escala como una variable más del problema, ya que tan importante como estas es la capacidad de vender los productos en el mercado. Lo relevante para la determinación del tamaño óptimo es el máximo VAN que pudiera obtenerse de las distintas opciones de tamaño.

Cubrir una mayor cantidad demandada de un producto que tiene un margen de contribución positivo no siempre hace que la rentabilidad se incremente, ya que la estructura de costos fijos se mantiene constante dentro de determinados límites. Sobre cierto nivel de producción es posible que algunos costos bajen por las economías de escala, mientras que otros suban. También es posible que para poder vender más de un cierto volumen los precios deban reducirse,

www.fullengineeringbook.blogspot.com

con lo cual el ingreso se incrementa a tasas marginalmente decrecientes. Lo anterior puede verse expuesto en la figura 8.3, donde se supone que los ingresos se incrementan a tasas constantes.

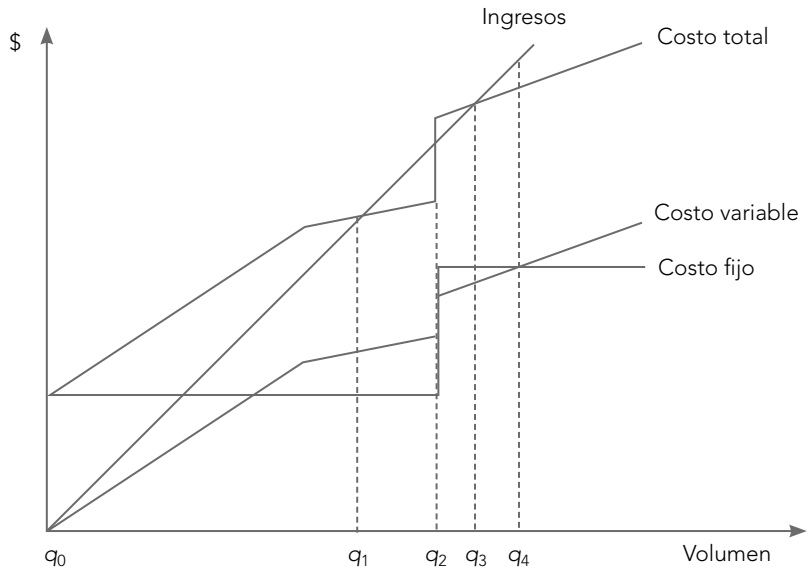


Figura 8.3 Relaciones de costos y utilidad en función del volumen de producción.

Como puede observarse, el ingreso total supera los costos totales en dos tramos diferentes. Si el tamaño está entre q_0 y q_1, o entre q_2 y q_3, los ingresos no alcanzan a cubrir los costos totales. Si el tamaño estuviese entre q_1 y q_2 o sobre q_3, se tendrían utilidades.

La figura permite explicar un problema frecuente en la formulación del tamaño de un proyecto. En muchos casos se mide la rentabilidad para un tamaño que satisfaga la cantidad demandada estimada y, si es positiva, se aprueba o recomienda su inversión. Sin embargo, a veces es posible encontrar tamaños inferiores que satisfagan menores cantidades demandadas, pero que maximicen el retorno para el inversionista. Si en la figura el punto q_4 representa el tamaño que satisface la cantidad demandada esperada, es fácil apreciar que rinde un menor resultado que el que podría obtenerse para un tamaño q_2, que además podría involucrar menores inversiones y menor riesgo al quedar supeditado el resultado a una menor cobertura del mercado.[2]

8.4. La optimación del tamaño

recuerde y reflexione

La determinación del tamaño debe basarse en dos consideraciones que confieren un carácter cambiante al punto óptimo del proyecto: la **relación precio-volumen**, por el efecto de la elasticidad de la demanda, y la **relación costo-volumen**, por las economías y deseconomías de escala que pueden lograrse en el proceso productivo.

[2] Sin embargo, al dejar demanda insatisfecha se corre el riesgo de incentivar a otros a incorporarse a este mercado, aumentando su competitividad. Muchas veces será necesario recomendar un tamaño menos rentable, pero que no reduzca las barreras de entrada para nuevos competidores.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

La evaluación que se realice de estas variables tiene por objeto estimar los costos y beneficios que conllevan las diferentes alternativas posibles de implementar, así como determinar el valor actual neto de cada tamaño opcional a fin de identificar aquel en el que este se maximiza.

El estudio de mercado, por ejemplo, podría haber entregado resultados cuantitativos en relación con la elasticidad precio-demanda, de tal manera que una vez conocida la mejor alternativa tecnológica podrá compararse la capacidad de producción de ella con la demanda estimada del mercado. Al producirse capacidades ociosas en parte o en el total del proceso productivo, existirá siempre la opción de estudiar la posibilidad de utilizarla.

Para ello, los antecedentes que proporciona el estudio de elasticidad-precio de la demanda serán determinantes a fin de llegar a establecer la conveniencia de bajar el precio para utilizar la capacidad ociosa. Así, la decisión que se adoptará será aquella en la cual el ingreso-volumen comparado con el costo-volumen maximice en términos actuales el beneficio neto del proyecto, tomando en cuenta que un proyecto con demanda creciente, como se analizará más adelante, podría ocupar a futuro la capacidad ociosa, haciéndola disminuir con el tiempo, razón por lo cual la baja de precio estimada para el primer año podría ser mayor que la del segundo y los siguientes.

No menos importante será considerar lo que ocurre cuando en parte o en la totalidad del proceso productivo se cope la capacidad de producción. Ello obliga a desarrollar los estudios comparativos correspondientes, incluidos costos fijos, variables e inversiones que permitan seleccionar aquella opción que maximice el beneficio. De esta manera, podrían estudiarse alternativamente todas aquellas opciones que logren el objetivo deseado, como el pago de horas extraordinarias, los turnos dobles, el trabajo en días feriados, la adquisición de tecnología adicional o el cambio de tecnología de mayor capacidad, la externalización del requerimiento marginal e, incluso, el aumento del precio del producto para lograr una disminución en la cantidad demandada.

Estas opciones podrían estudiarse comparativamente con el objetivo de seleccionar aquella que le reporte los mayores beneficios netos al proyecto.

El criterio que se emplea en este cálculo es el mismo que se sigue para evaluar el proyecto global. Mediante el análisis de los flujos de caja de cada tamaño, puede definirse una **tasa interna de retorno (TIR) marginal** del tamaño que corresponda a la tasa de descuento que hace nulo el flujo diferencial de los tamaños alternativos. La TIR marginal se obtiene construyendo los flujos de caja relevantes asociados únicamente con la decisión que se pretende analizar aislando otros efectos económicos. En este caso, se refiere a independizar los flujos de la decisión de tamaño de los flujos del proyecto integral y de esta manera estimar la rentabilidad asociada solamente con la opción de tamaño estudiada. A este concepto se le denomina TIR marginal.

recuerde y reflexione

Mientras la TIR marginal sea superior a la tasa de corte definida para el proyecto, convendrá aumentar el tamaño. El nivel óptimo estará dado por el punto en el cual ambas tasas se igualan. Esta condición se cumple cuando el tamaño del proyecto se incrementa hasta el punto en el que el beneficio marginal del último aumento sea igual a su costo marginal.

En la figura 8.4 puede apreciarse la relación de la TIR marginal, del **VAN incremental** y del **VAN máximo** con el tamaño óptimo (T_o). El tamaño óptimo corresponde al mayor valor actual neto de las alternativas analizadas. Si se determina la función de la curva, este punto se obtiene cuando la primera derivada es igual a cero y la segunda es menor que cero a fin de asegurar que

www.fullengineeringbook.blogspot.com

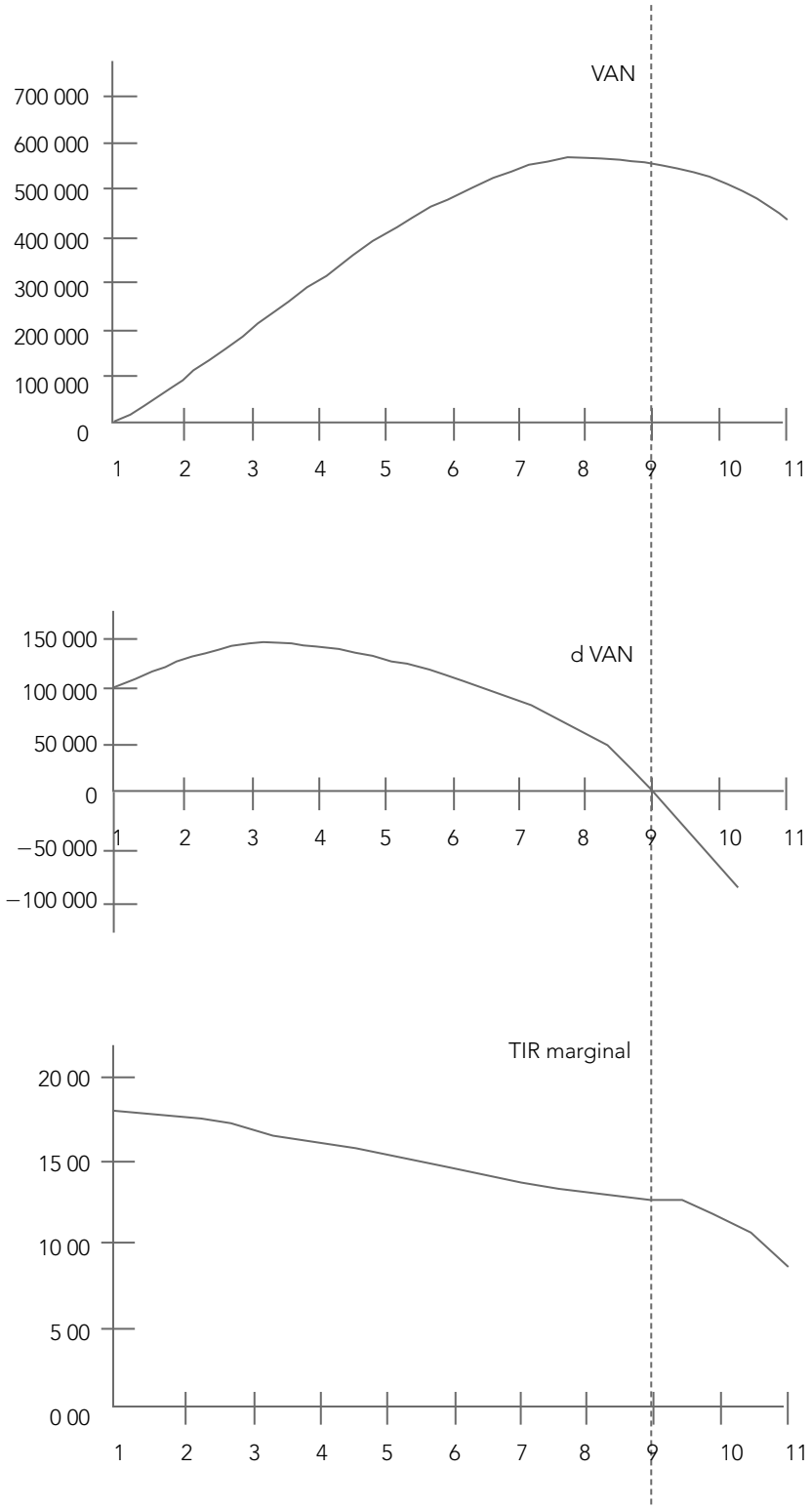


Figura 8.4 Relación de la TIR marginal, del VAN incremental y del VAN máximo con el tamaño óptimo (T_o).

www.fullengineeringbook.blogspot.com

el punto sea un máximo.[3] El mismo resultado se obtiene si se analiza el incremento del VAN que se logra con aumentos de tamaño. En T_o, el VAN se hace máximo, el VAN incremental es cero (el costo marginal es igual al ingreso marginal) y la TIR marginal es igual a la tasa de descuento exigida al proyecto.

Si bien lo anterior facilita la comprensión de algunas relaciones de variables y clarifica hacia dónde debe tenderse en la búsqueda del tamaño óptimo, en la práctica este método pocas veces se emplea, ya que como el número de opciones posibles es limitado, resulta más simple calcular el valor actual neto de cada una de ellas y elegir el tamaño que tenga el mayor valor actual neto asociado.[4] En el siguiente punto se analizará en mayor detalle este aspecto.

8.5. El tamaño de un proyecto con mercado creciente

Al analizar las variables determinantes del tamaño del proyecto, se planteó la necesidad de considerar el comportamiento futuro de la cantidad demandada como una manera de optimizar la decisión, no tanto en respuesta a una realidad coyuntural como a una situación dinámica en el tiempo.

Como se mencionó anteriormente, el tamaño óptimo depende, entre otras cosas, de las economías de escala que estén presentes en un proyecto. Al estar en presencia de un **mercado creciente**, esta variable toma más importancia, ya que deberá optarse por definir un tamaño inicial lo suficientemente grande como para que pueda responder en el futuro a ese crecimiento del mercado, u otro más pequeño, pero que vaya ampliándose de acuerdo con las posibilidades de las escalas de producción. El primer caso obliga a trabajar con capacidad ociosa programada, la que podría compensarse con las economías de escala que se obtendrían al operar con un mayor tamaño. Obviamente, si no hay economías de escala asociadas con un mayor tamaño, no podrá justificarse económicamente un tamaño que ocasione capacidad ociosa, a menos que una razón estratégica, como crear barreras a la entrada de nuevos competidores, así lo justifique. El segundo caso hace necesario que, además de evaluarse la conveniencia de implementar el proyecto por etapas, deba definirse cuándo debe hacerse la ampliación.

recuerde y reflexione

> En general, la demanda crece a tasas diferentes a las del aumento en las capacidades de planta, lo que obliga a elegir entre dos estrategias alternativas: satisfacer por exceso o por defecto la demanda.

En el primer caso se estará optando por mantener capacidad ociosa de producción, mientras que, en el segundo, se optará por dejar de percibir los beneficios que ocasionaría la opción de satisfacer a toda la demanda.

Con el siguiente ejemplo se expone una forma de análisis de opciones de tamaño frente a una demanda creciente en el tiempo.

Suponga que la demanda esperada en toneladas para cada uno de los próximos cinco años es la que se exhibe en el cuadro 8.1 y que la producción puede hacerse con capacidades máximas de plantas de 3 000, 7 000 y 12 000 toneladas anuales.

[3] Si se expresa el VAN en función del tamaño, podría definirse la siguiente igualdad:

8.3 $$\text{VAN}(T) = \sum_{t=1}^{n} \frac{BN_t(T)}{(1+i)^t} - I(T)$$

donde *BN* es el beneficio neto en el periodo *I*.
Para calcular el punto que hace igual a cero el VAN marginal, se deriva la función de la siguiente forma:

8.4 $$\frac{dVAN(T)}{dT} = \sum_{t=1}^{n} \frac{dBN_t(T)/dT}{(1+i)^t} - \frac{dI(T)}{dT} = 0$$

[4] En los casos en los que se encuentren variaciones continuas en el tamaño, como por ejemplo en un oleoducto, donde el tamaño se fija a voluntad, se pueden expresar tanto la inversión como los beneficios netos en función del tamaño y derivar la función tal como se explicó en la anterior nota al pie de página.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Cuadro 8.1

Año	1	2	3	4	5
Demanda	1 500	3 000	4 500	7 500	12 000

Considérese también que el costo unitario de producción de cada planta y su distribución entre costos fijos y variables, trabajando a plena capacidad, es el siguiente:

Cuadro 8.2

Planta	Tamaño	Costo unitario	Costo fijo	Costo variable
A	3 000 ton/año	$650	35.5%	64.5%
B	7 000 ton/año	$540	26.3%	73.7%
C	12 000 ton/año	$490	25.0%	75.0%

El precio de venta unitario se supondrá en $950 para cualquier volumen de ventas y la vida útil de todas las plantas se estima en cinco años. No se ha supuesto la posibilidad de valores de desecho al término de su vida útil. La inversión asociada a los distintos tamaños de planta se presenta en el cuadro 8.3.

Cuadro 8.3

Capacidad	3 000 ton/año	7 000 ton/año	12 000 ton/año
Inversión	$1 500 000	$2 601 813	$3 693 433

Si se optara por la planta con capacidad de 3 000 toneladas/año, el flujo de beneficios netos de cada año sería como se muestra en el cuadro 8.4.[5]

Cuadro 8.4

Año	Producción	Ingresos ($)	Costo fijo ($)	Costo variable ($)	Flujo anual ($)
1	1 500	1 425 000	692 250	628 875	103 875
2	3 000	2 850 000	692 250	1 257 750	900 000
3	3 000	2 850 000	692 250	1 257 750	900 000
4	3 000	2 850 000	692 250	1 257 750	900 000
5	3 000	2 850 000	692 250	1 257 750	900 000

[5] Los ingresos se obtienen multiplicando el precio por la cantidad producida y vendida. Los costos fijos resultan de calcular 35.5% del costo total ($650 multiplicado por las 3 000 unidades: 650 × 3 000 = 1 950 000 × 0.355 = 692 250).

Similar operación se hace con los costos variables, pero aplicando el porcentaje correspondiente a las unidades efectivamente producidas.

1 500 × 650 = 975 000
975 000 × 0.645 = 628 875 − Año 1
3 000 × 650 = 1 950 000
1 950 000 × 0.645 = 1 257 750 − Años 2, 3, 4, 5.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

La capacidad de producción máxima de la primera opción es solo de 3 000, por lo que los ingresos operando a máxima capacidad serían: 3 000 × $950 = $2 850 000.

Al actualizar el flujo resultante de esta tabla se obtiene un valor actual neto de $1 033 473, a una tasa de actualización de 12% anual, que deberá ser comparado con el resultado que se obtendrá al actualizar las otras opciones.

Instalar una sola planta con capacidad de 7 000 toneladas/año generaría un valor actual neto de $2 290 522 para el flujo de caja neto resultante de la proyección que se muestra en el cuadro 8.5.

Cuadro 8.5

Año	Producción	Ingresos ($)	Costo fijo ($)	Costo variable ($)	Flujo anual ($)
1	1 500	1 425 000	994 140	569 970	(166 110)
2	3 000	2 850 000	994 140	1 193 940	661 920
3	4 500	4 275 000	994 140	1 790 910	1 489 950
4	7 000	6 650 000	994 140	2 785 860	2 870 000
5	7 000	6 650 000	994 140	2 785 860	2 870 000

Para el caso de una planta con capacidad de 12 000 toneladas anuales, el flujo que puede proyectarse es el siguiente:

Cuadro 8.6

Año	Producción	Ingresos ($)	Costo fijo ($)	Costo variable ($)	Flujo anual ($)
1	1 500	1 425 000	1 470 000	551 250	(596 250)
2	3 000	2 850 000	1 470 000	1 102 500	227 500
3	4 500	4 275 000	1 470 000	1 653 750	1 151 250
4	7 500	7 125 000	1 470 000	2 756 250	2 898 750
5	12 000	11 400 000	1 470 000	4 410 000	5 520 000

El valor actual neto que podría esperarse de esta opción, a una tasa de descuento de 12% anual, sería de $1 789 264.

recuerde y reflexione

Si la decisión estuviera entre los únicos tres tamaños de planta identificados, sin posibilidad de duplicar una de ellas ni de combinar entre ellas, la más conveniente sería la planta B por tener el mayor valor actual neto. Pero un análisis completo exige medir la rentabilidad de una opción combinada, ya sea de repetir una capacidad de planta o de combinar dos o más de ellas.

Por ejemplo, una posibilidad de satisfacer toda la demanda con un solo tipo de planta podría ser con una planta A los dos primeros años, dos plantas el tercero, tres el cuarto año y cuatro el quinto. Note que también debe analizarse la posibilidad de mantener dos plantas el cuarto año, dejando sin cubrir una demanda de 1 500 toneladas ese año.

De igual manera, la demanda podrá satisfacerse combinando plantas; por ejemplo, con una planta A los dos primeros años, dos plantas A el tercero y cuarto años, y dos plantas A, más una B, el quinto.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

De acuerdo con lo anterior, es posible deducir que no existe un tamaño óptimo de planta cuando se enfrenta una demanda creciente, sino una estrategia óptima de ampliación que puede definirse con anticipación.

La definición del horizonte de evaluación también desempeña un rol importante en el análisis. Dado que la opción C es la que presenta mayores economías de escala, con costo unitario de $490 trabajando a plena capacidad *versus* $650 de la primera opción, y considerando además que la planta C es la que presenta una menor inversión relativa, fácilmente podría calcularse en qué momento o en qué horizonte de tiempo esta alternativa se iguala con la opción B. De hecho, a partir del sexto año la opción C maximiza el VAN del proyecto.

8.6. El tamaño de un proyecto con demanda constante

Un modelo menos frecuente pero útil en muchos casos en los que la información está disponible, como cuando la demanda por satisfacer es interna al proyecto (fabricación de un insumo por emplear en la elaboración del producto final), en los que se conoce la cantidad fija de demanda por atender o, incluso, en los que es una decisión propia del inversionista, es el que elige el tamaño que exhibe el menor costo medio, que corresponde al cociente entre el costo total y todas las unidades producidas.

Cuando la demanda es constante, la opción que exhiba el costo medio mínimo es la que maximiza el valor actual neto, ya que se asume que los beneficios son constantes, cualquiera que sea la configuración tecnológica que logre satisfacer el nivel de demanda dado.

Esto se demuestra representando la demanda, fija y conocida, como q_o, y expresando el valor actual neto (VAN) de un tamaño T_o como sigue:

8.5
$$VAN(T_o) = \sum_{t=1}^{n} \frac{pq_oC_o(T_o)}{(1-i)^t} - I(T_o)$$

donde:

$I(T_o)$ = inversión para el tamaño T_o y $C_o(T_o)$ = costo de operación para el tamaño T_o.

Si se convierte la inversión en un flujo anual equivalente, $CAEI$ (**costo anual equivalente de la inversión**), la ecuación 8.5 se transforma en:

8.6
$$VAN(T_o) = \sum_{t=1}^{n} \frac{pq_oC_oT_o - CAEI}{(1-i)^t}$$

Lo que puede formularse también como:

8.7
$$VAN(T_o) = q_o\left(p - \frac{CT}{q_o}\right) \sum_{t=1}^{n} \frac{1}{(1-i)^t}$$

donde

$$CT = \text{costo total} = C_o(T_o) + CAEI$$

Dado que todos los valores son constantes y conocidos, de la ecuación 8.7 se deduce que el máximo valor actual neto corresponde al menor costo medio (CT/q_o).[6]

[6] Como se verá más adelante, es usual incorporar la depreciación contable de la inversión en los costos fijos del negocio. Esto, que es correcto para cuantificar el costo del producto y también para fines tributarios, no lo es para la evaluación de opciones financieras, ya que, si se incluyen, se estaría considerando dos veces el efecto de la inversión. En los capítulos de construcción de flujos de caja y de evaluación del proyecto se analiza detalladamente este punto.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Por ejemplo, si una empresa está estudiando la viabilidad de fabricar los 30 000 envases diarios que hoy compra a proveedores externos y que requiere para su producción normal, e identifica los siguientes cinco tamaños de planta que podrían satisfacer su demanda normal, debería optar por un tamaño de planta D, ya que es donde el costo medio se minimiza, lo cual se aprecia en el cuadro 8.7.

Cuadro 8.7

Planta	Capacidad	Costo medio	Nivel operación
A	10 000	48	3 turnos/día
B	15 000	52	2 turnos/día
C	20 000	51	1.5 turnos/día
D	30 000	46	1 turno/día
E	40 000	47	1 turno/día y 75% capacidad

Obviamente, al existir una demanda constante, la solución se logra tanto con el mínimo costo medio como con el mínimo costo total.[7]

[7] Cuando los beneficios son constantes, muchas personas mencionan un "VAC" para referirse a un valor actual de los costos. Es obvio que si los beneficios son iguales para distintas capacidades de planta, la opción que exhiba el menor valor actualizado de los costos será igual a la que tenga el mayor valor actual neto.

Resumen

El capítulo 8 se abocó al desarrollo de uno de los aspectos más importantes y difíciles de la formulación de un proyecto: su tamaño. Muchos son los factores que influyen en la determinación de lo que pueda considerarse tamaño óptimo de la inversión, destacándose la demanda, la disponibilidad de insumos, la capacidad financiera del inversionista y el crecimiento de la competencia, entre muchos otros. No obstante, esta decisión puede ser muy simple o compleja, dependiendo de la demanda y de los distintos tamaños de tecnología en cuanto a capacidad, en cuyo caso pudiera generarse una multiplicidad de combinatorias que deberán analizarse tanto desde el punto de vista cuantitativo como del estratégico.

El tamaño mantiene una estrecha vinculación con la cuantía de las inversiones, los costos de operación y los niveles de venta. Esto hace que muchas veces la magnitud de la rentabilidad de un proyecto dependa de la correcta determinación del tamaño. Entre otras cosas, porque el tamaño se asocia con efectos de economías de escala que, si bien pueden ser atractivas para la disminución de los costos medios de producción, deben ser cuidadosamente analizadas debido a sus implicaciones en los niveles de capacidad ociosa que pudiese generar el proyecto. Este punto se manifiesta más complejo si a las consideraciones se agrega la variable estratégica de buscar la creación de barreras a la entrada de nuevos competidores al mercado, al mantener una capacidad de oferta superior a la cantidad demandada que pudiera esperarse para el proyecto.

La maximización del valor actual neto es, como para muchas decisiones, determinante en la elección de la opción de tamaño. Aunque es posible la búsqueda de este óptimo por la determinación del tamaño que hace máximo el valor actual neto o que hace la tasa interna de retorno marginal igual a la tasa de descuento del proyecto o que hace el valor actual neto incremental igual a cero, en la práctica lo más frecuente es la primera de estas opciones, porque generalmente el número de tamaños posibles es limitado.

Cuando el tamaño debe enfrentar un mercado creciente, es posible tener que decidir si

www.fullengineeringbook.blogspot.com

se seguirá una estrategia que satisfaga la demanda por exceso o por defecto, aunque sea por periodos parciales. Esto ocurre porque el crecimiento del mercado es en tasas diferentes a las del aumento que pudiera seguirse en la adecuación de las capacidades de planta.

Cuando la demanda es constante, lo más frecuente es el análisis de la opción de mínimo costo medio, aunque se llega a igual resultado si se busca el menor costo total.

Preguntas y problemas

1. Señale los principales factores que determinan el tamaño de un proyecto.
2. Explique en qué casos la determinación del tamaño óptimo resulta más compleja y por qué.
3. ¿Cuál es el principal factor de decisión en el estudio del tamaño de una planta para fabricar los insumos que ocupa y que hoy compra una empresa en funcionamiento?
4. ¿Por qué puede la estrategia comercial que se defina para el proyecto ser más importante que la cantidad demandada al definir el tamaño más adecuado para un proyecto?
5. Señale un caso en el que el tamaño genere claramente economías de escala y otro donde genere deseconomías de escala.
6. ¿En qué caso las economías de escala, aunque existan, no juegan ningún rol en la decisión?
7. Explique las relaciones que existen entre la tasa interna de retorno marginal, el valor actual neto incremental y el valor actual neto máximo en el punto donde el tamaño se hace óptimo.
8. ¿Qué hace diferente los análisis que deben hacerse para estudiar los tamaños óptimos con mercado creciente y con mercado constante?
9. En la fabricación de un producto se sabe que la inversión necesaria para una planta con capacidad para elaborar 1 000 unidades diarias es de $250 000 000. Si el factor de escala es 0.8, ¿cuál es el costo que debe hacerse para construir una planta de 2 000 y 3 000 unidades diarias?
10. En un informe de costo de construcción y equipamiento de una pequeña planta industrial se señala que la inversión necesaria para poder fabricar 13 000 unidades anuales de un producto es de $68 000 000, mientras que para fabricar 30 000 unidades es de $120 000 000. Determine el factor de escala.
11. Demuestre que la decisión sobre el tamaño óptimo entre las tres siguientes opciones es la misma, ya sea empleando el criterio de maximización del valor actual neto o los de minimización de los costos totales y de los costos medios.

Planta	Tamaño	Inversión ($)	Costo unitario ($)
A	900 u/día	1 000 000	140
B	1 800 u/día	1 700 000	300
C	2 700 u/día	2 500 000	450

La producción requerida es de 2 700 unidades al día, lo que se logra haciendo trabajar tres turnos a la planta A, un turno y medio a la planta B y un turno a la planta C.

Todos los productos se valoran en $1 200, la tasa de descuento para el proyecto es de 12% anual, la vida útil de todas las plantas es de cinco años sin valor de desecho y no se incluye la depreciación de la planta en el cálculo de los costos de operación unitarios.

Comente las siguientes afirmaciones:

a) El tamaño propuesto solo debe aceptarse en caso de que la demanda sea claramente superior a dicho tamaño.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

b) Al aumentar la producción y las ventas puede pasarse de una situación con rentabilidad positiva a otra negativa.
c) En el cálculo del costo medio deben considerarse todos los costos fijos del producto, incluida la depreciación.
d) La mayor producción de un bien que presenta una demanda creciente y que tiene un margen de contribución positivo siempre implicará que se incremente la utilidad y rentabilidad del proyecto.
e) El concepto de capacidad máxima representa una información de gran utilidad para la determinación del tamaño, puesto que en el caso de que un equipo esté trabajando a plena capacidad normal, el uso intensivo máximo de este constituye el mecanismo usual de solución ante una mayor cantidad demandada.
f) Cuando una tecnología está produciendo a menor capacidad de la que sus instalaciones le permiten, la empresa siempre deberá utilizar esa capacidad ociosa.
g) Al entregar antecedentes proyectados de la demanda, el estudio de mercado ha cumplido su misión, por lo que el proceso tecnológico deberá preocuparse de satisfacer lo que el estudio de mercado estableció.
h) Cuando se produce una situación en la que la capacidad instalada no es capaz de producir lo que el mercado demanda, la única alternativa es la de efectuar nuevas inversiones destinadas a producir la mayor demanda existente en el mercado.
i) Cuando una empresa que dispone de diversas plantas de producción en distintas localidades aprecia que la demanda será decreciente en 10% para los siguientes tres años, disminuirá la producción en cada una de ellas en ese mismo porcentaje a fin de adecuar la oferta con la demanda.
j) La búsqueda del tamaño óptimo se logra estudiando los costos que le representaría al proyecto hacer frente al aumento de producción. De esta manera, al existir distintas alternativas para hacer frente a los nuevos requerimientos del mercado, el preparador y evaluador de proyectos recomendará aquella que represente el menor valor actual de costos (VAC).
k) En el estudio de un proyecto pudo constatarse que la demanda crecería en 50% el quinto año de funcionamiento de la empresa, manteniéndose constante para el resto del proyecto. Para los primeros cuatro años la capacidad instalada inicial permitirá hacer frente a los aumentos que ocurrirían en esos años; pero al quinto año sería necesario hacer nuevas inversiones. Sin embargo, si se adquiere al inicio del proyecto una tecnología de mayor capacidad, esta podría producir el incremento requerido de 50% al quinto año y los sucesivos hasta el horizonte del proyecto. Al considerar que las dos opciones resuelven el problema de tamaño, el preparador y evaluador del proyecto podrá optar indistintamente por cualquiera de las dos opciones.
l) La tasa de descuento que deberá utilizarse para determinar el tamaño del proyecto dependerá de las características del proceso productivo. De esta manera, la tasa no puede ser la misma para el caso de estudiar una alternativa de uso intensivo de mano de obra para el aumento de producción que una alternativa de incrementar la inversión en tecnología. Los proyectos de uso intensivo en tecnología o mano de obra deberán tener tasas diferenciadas considerando que los riesgos de obsolescencia tecnológica son distintos a los riesgos inherentes a la mano de obra.
m) Si se producen deseconomías de escala al aumentar las inversiones para hacer frente a un aumento de la demanda, el proyecto deberá bajar el precio del bien con el fin de utilizar siempre la capacidad instalada y así mejorar la rentabilidad.

Caso: Baldosines Cerámicos Ltda.

En la formulación de un proyecto para crear y operar la futura fábrica de baldosas Baldosines Cerámicos Ltda., busca determinarse cuál es el tamaño de la planta o la combinación de plantas más apropiada para satisfacer la demanda esperada para los siguientes cinco años. Según los resultados de la investigación del mercado de baldosines, la empresa que se crearía con el proyecto podría enfrentar una posibilidad de ventas como la que se muestra a continuación.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Año	1	2	3	4	5
Demanda	1 400	2 500	5 500	7 500	9 500

El estudio técnico logró identificar que la producción de los baldosines en los niveles estimados puede fabricarse con uno o más de tres tipos de plantas, cuyas capacidades de producción en situaciones normales son las siguientes:

Planta	Capacidad (b/día)
A	2 500
B	6 000
C	9 500

El costo unitario de producción y su componente proporcional fijo y variable para el nivel de operación normal es conocido y se muestra en la siguiente tabla:

Planta	Costo unitario	% costo fijo	% costo variable
A	$62	33.3	66.7
B	$48	25.4	74.6
C	$46	23.0	77.0

Se estima que el precio de venta de cada una de las unidades producidas ascenderá a $85, cualquiera que sea el número fabricado y vendido.

La vida útil máxima de cada planta se estima en cinco años. Ninguna de ellas tiene valor de desecho, cualquiera que sea la antigüedad con la que se liquiden.

La inversión necesaria para construir y equipar la planta A se calculó en $120 000. Aunque no se contrató un estudio para cuantificar el monto de la inversión en las plantas B y C, se sabe que un buen estimador es aplicar un factor de escala de 0.75.

Uno de los puntos que más interesa aclarar es si será más conveniente construir una única planta que satisfaga la totalidad o parte de la demanda proyectada, buscar una combinación de dos o más tipos de planta o buscar otra opción, como construir una segunda planta igual a la inicial cuando crezca la demanda.

Los dueños del proyecto desean producir cada año la cantidad exacta proyectada para la demanda. También esperan un retorno mínimo a la inversión de 15 por ciento.

Con base en estos antecedentes, ¿qué opciones existen? ¿Cuál es la más conveniente? ¿Qué otras consideraciones deberían incluirse para una mejor decisión?

Material complementario

Ejercicios recomendados del texto complementario: José Manuel Sapag, *Evaluación de proyectos*, *guía de ejercicios*, *problemas y soluciones*, McGraw-Hill, 3a. ed., 2007:

31. Envases plásticos flexibles, **32.** Chancado de caliza, **33.** Emsan

Bibliografía

Curry, Steve y John Weiss, John, *Project Analysis in Developing Countries*, Palgrave, 2000.

Fuentes, Fernando, *Análisis técnico para proyectos de desarrollo*, 2a. edición, San José, INDES, 1992.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Guadagni, A. A., "El problema de la optimización del proyecto de inversión: consideración de sus diversas variantes" en: BID-Odeplan, *Programa de adiestramiento en preparación y evaluación de proyectos*, vol. V, Santiago, 1976.

Gutiérrez, Héctor, *Evaluación de proyectos bajo certidumbre*, Santiago, Piade, Universidad de Chile, 1994.

Ilpes, *Guía para la presentación de proyectos*, México, Siglo Veintiuno Editores, 2006.

Mahadevan, B., *Operation Management: Theory and Practice*, Pearson Education India, 2009.

Leitner, Michael, *Economies of Scale in Semiconductor Manufacturing: How to Achieve and to Destroy*, GRIN Verlag, 2011

Lichau, Ana María, *Estudios técnico económicos desarrollados en el Programa de Adiestramiento en Preparación y Evaluación de Proyectos 1976-2004*, Santiago, Mideplan, 2005.

Silvestre, J. y F. López, *La economía en la empresa*, McGraw-Hill/Interamericana, 2007.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Capítulo 9

Decisiones de localización

La localización adecuada de la empresa que se creará con la aprobación del proyecto puede determinar el éxito o fracaso de un negocio. Por ello, la decisión acerca de dónde ubicar el proyecto obedece no solo a criterios económicos, sino también estratégicos, institucionales e, incluso, de preferencias emocionales. Con todos ellos, sin embargo, se busca determinar aquella localización que maximice la rentabilidad del proyecto.

La **decisión de localización** de un proyecto es una decisión de largo plazo con repercusiones económicas importantes que deben considerarse con la mayor exactitud posible. Eso exige que el análisis de este aspecto se realice de manera integrada con las restantes variables del proyecto: demanda, transporte, competencia, etcétera. La importancia de una selección apropiada para la localización del proyecto se manifiesta en diversas variables, cuya recuperación económica podría hacer cambiar el resultado de la evaluación, comprometiendo en el largo plazo una inversión de probablemente grandes cantidades de capital, en un marco de carácter permanente de difícil y costosa alteración.

concepto clave

Decisión de localización: la elección de la ubicación del proyecto. Es una decisión de largo plazo con repercusiones económicas importantes que deben considerarse para evaluar la conveniencia económica de una determinada opción de localización.

La decisión de localización pudiera llegar a abarcar tres ámbitos diferentes para un mismo proyecto, pues por una parte está la determinación de las oficinas administrativas, por otra la de las instalaciones productivas y por último la de los puntos de venta; en el caso de que se trate de un proyecto integrado, los criterios de localización para cada uno de estos ámbitos serán distintos. Muchos proyectos ubican la planta productiva en un determinado lugar y su administración en otro. Obviamente, el estudio pertinente deberá incorporar en su análisis la conveniencia estratégica y económica de disponer de localizaciones conjuntas o separadas para cada una de estas funciones. Para algunos tipos de proyectos, la diferenciación de localización puede ser aún mayor, tomando en consideración que el proceso productivo podría seleccionarse en una localización determinada, el administrativo en otra y el de distribución en un tercer lugar distinto a los anteriores.

El objetivo de este capítulo es presentar los principales criterios y técnicas de evaluación de las opciones de localización de un proyecto.

9.1. El estudio de la localización

La localización puede condicionar la tecnología utilizada en el proyecto, tanto por las restricciones físicas que implica como por la variabilidad de los costos de operación y de capital de las distintas alternativas tecnológicas asociadas con cada ubicación posible.

Al estudiar la localización del proyecto, puede concluirse que hay más de una solución factible adecuada. Más aún si el análisis se realiza en el estudio de prefactibilidad, en el cual las variables relevantes no son calculadas de manera concluyente. Asimismo, una localización que se ha determinado como óptima en las condiciones vigentes puede no serlo en el futuro, pues las dinámicas urbanas van cambiando las condiciones y vocaciones de determinadas locaciones. Por lo tanto, la selección de la ubicación debe tener en cuenta su carácter definitivo o transitorio y optar por aquella que permita obtener el máximo rendimiento del proyecto.

concepto clave

Estudio de la localización: el análisis de las posibles localizaciones para elegir aquella que permita las mayores ganancias entre las alternativas que se consideren factibles.

El **estudio de la localización** no será entonces una evaluación de factores tecnológicos. Su objetivo es más general que la ubicación por sí misma; es elegir aquella que permita las mayores ganancias entre las alternativas que se consideren factibles. Sin embargo, tampoco el problema es puramente económico. Los factores técnicos, legales, tributarios, sociales, etcétera, deben tomarse necesariamente en consideración, solo que la unidad de medida que homologue sus

www.fullengineeringbook.blogspot.com

efectos en el resultado del proyecto puede reducirse, en algunos casos, a términos monetarios. Y siempre quedará la variable subjetiva no cuantificable que afectará la decisión; por ejemplo, las motivaciones personales del empresario.

La **teoría económica de la localización** reduce el problema a un aspecto de ganancias máximas. Esto es, considerar el objetivo más general del proyecto: aquella localización que le otorgue la mayor rentabilidad. Para ello es necesario elaborar y evaluar el flujo de efectivo relevante de cada alternativa, en los términos que se definirán en los capítulos siguientes.

recuerde y reflexione

El análisis de la ubicación del proyecto puede realizarse con distintos grados de profundidad, que dependen del carácter de factibilidad, prefactibilidad o perfil del estudio. Independientemente de ello, es necesario realizar dos etapas: la selección de una **macrolocalización** y, dentro de esta, la de la **microlocalización** definitiva. Muchas veces se considera que en el estudio de prefactibilidad solo es necesario definir una **macrozona**, pero no hay una regla al respecto.

La selección de la macro y microlocalización está condicionada al resultado del análisis de lo que se denomina **factor de localización**. Cada proyecto específico tomará en consideración un conjunto distinto de estos factores. Igualmente, la selección de la macrozona tendrá que considerar, para un mismo proyecto, muchos factores de localización, diferentes de los que se utilizarán en la elección de la microubicación; por ejemplo, factores como las políticas impositivas, las influencias climáticas y otros que tienen preponderancia en la selección de la macrolocalización no son relevantes para elegir una microzona dentro de aquella, puesto que su efecto sería común a toda ella.

En teoría, las alternativas de ubicación de un proyecto son infinitas. En términos prácticos, el ámbito de elección no es tan amplio, pues las restricciones propias del proyecto descartan muchas de ellas. La selección previa de una macrolocalización permitirá, mediante un análisis preliminar, reducir el número de soluciones posibles al descartar los sectores geográficos que no respondan a las condiciones requeridas por el proyecto.

Sin embargo, debe tenerse presente que el estudio de la microlocalización no corregirá los errores en los que pudo haberse incurrido en la macrolocalización. El análisis de microlocalización solo indicará cuál es la mejor alternativa de instalación dentro de la macrozona elegida.

La deficiente recolección de datos es la principal causa de los errores en la selección, que se manifiesta generalmente en costos excesivamente altos, debidos a la "seducción del lugar", a medios de transporte insuficientes, a dificultades para captar mano de obra especializada en número suficiente, a la falta de agua y a la incapacidad de deshacerse de desechos,[1] entre otros factores.

9.2. Factores de localización

En este apartado se analizan los factores que comúnmente influyen en la decisión de la localización de un proyecto. No obstante, su peso específico dependerá del tipo de proyecto de que se trate.

Las alternativas de instalación de la planta deben considerarse en función de las fuerzas locacionales típicas de los proyectos. Se han elaborado muchas listas de esta fuerza como elementos de referencia para su evaluación. Algunas, como la publicada en la revista *Industrial Development*,[2] por ejemplo, han llegado a presentar una lista de 753 factores. Una clasificación más concentrada debería incluir por lo menos los siguientes factores globales:

- La demanda y sus áreas de influencia
- Medios y costos de transporte
- Disponibilidad y costo de mano de obra

[1] *Site Selection*, Factory 122 (5): 197, 1960.
[2] *The Factors for Expansion Planning, Industrial Development*, 129 (11), 64, 1960.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

- Cercanía de las fuentes de abastecimiento
- Factores ambientales
- Cercanía del mercado
- Costo y disponibilidad de terrenos
- Topografía de suelos
- Estructura impositiva y legal
- Disponibilidad de agua, energía y otros suministros
- Comunicaciones
- Posibilidad de desprenderse de desechos

La tendencia a localizar el proyecto en la cercanía de las fuentes de materias primas, por ejemplo, depende del costo del transporte, tanto si el proceso redunda en una reducción de peso significativa como si se elaboran o envasan artículos perecederos. Normalmente, cuando la materia prima (como la madera) es procesada para obtener productos diferentes, la localización tiende hacia la fuente de insumo; en cambio, cuando el proceso requiere varios materiales o piezas para ensamblar un producto final, tiende hacia el mercado.

recuerde y reflexione

La disponibilidad de los insumos, cualquiera que sea su naturaleza, debe estudiarse en relación con la regularidad de su abastecimiento, el carácter perecedero, la calidad y el costo.

Respecto a la mano de obra, la cercanía del mercado laboral adecuado se convierte generalmente en un factor predominante en la elección de la ubicación, más si la tecnología que se emplea es intensiva en mano de obra. Sin embargo, diferencias significativas en los niveles de remuneraciones entre alternativas de localización podrían hacer que la consideración de este factor sea puramente de carácter económico. Asimismo, la disponibilidad del tipo de mano de obra también repercute en el análisis.

La tecnología del proceso puede, en algunos casos, convertirse en un factor prioritario de análisis si se requiriera algún insumo en abundancia y a bajo costo, como el agua en una planta productora de bebidas alcohólicas o la electricidad en una de la industria metalmecánica.

Existen, además, una serie de factores no relacionados directamente con el proceso productivo, pero que condicionan en algún grado la localización del proyecto. Dervitsiotis[3] señala, en este aspecto, tres factores que denomina genéricamente ambientales: *a*) la disponibilidad y confiabilidad de los sistemas de apoyo, en los cuales incluye los servicios públicos de electricidad y agua, protección contra incendios, comunicación rápida y segura, entre otros; *b*) las condiciones sociales y culturales, en las cuales se estudian no solo las variables demográficas, como tamaño, distribución, edad y cambios migratorios, entre otras, sino también aspectos como la actitud hacia la nueva industria, disponibilidad, calidad y confiabilidad en los potenciales trabajadores, tradiciones y costumbres que pueden interferir con las modalidades conocidas de realizar negocios, entre otras, y *c*) las consideraciones legales y políticas que dan al análisis el marco de restricciones y oportunidades, como regulaciones sobre niveles de contaminación, especificaciones de construcción, franquicias tributarias o agilidad en la obtención de permisos para las nuevas instalaciones.

recuerde y reflexione

Otro factor importante en la decisión es el costo del transporte. La distancia entre las alternativas de localización con las fuentes de abastecimiento y el mercado consumidor debe considerarse, principalmente, en función de los costos que implica el transporte.

[3] Kostas N. Dervitsiotis, *Operations Management*, McGraw-Hill, Nueva York, 1981, p. 385.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Al estudiar este factor, no solo deben analizarse las tarifas y las distancias. El costo del transporte lo condiciona también el acceso en cuanto tiempo y demoras: cantidad de maniobras necesarias para llegar al destino, congestión del tránsito, paso por calles centrales de una ciudad o detenciones no controlables originadas por las características climáticas y orográficas de cada ruta, etcétera.

Al estudiar la localización, muchas veces será el factor transporte el único determinante de la decisión. Es común, especialmente en el estudio de prefactibilidad, que se determine un costo tarifario, en volumen o en peso, por kilómetro recorrido. Si se emplea esta unidad de medida, su aplicación difiere según se compre la materia puesta en planta o no. Por ejemplo, si el proyecto fuese agroindustrial e implicase una recolección de la materia prima en varios predios, el costo de esta puesta en planta dependerá de la distancia desde la que se transporta, ya que el costo del flete deberá incorporarse a su precio.

Suponga el siguiente ejemplo para explicar lo anterior: una planta requiere 300 toneladas anuales de remolacha como insumo y las disponibilidades conocidas para una localización dada en función de las distancias son las indicadas en el cuadro 9.1.

Cuadro 9.1

Predio	Distancia a la planta	Producción disponible
A	30 km	150 ton
B	40 km	50 ton
C	60 km	100 ton

Si el precio de la remolacha puesta en el predio fuese de $100, y la tonelada y el flete se han calculado en $2 ton/km, resultan los costos comparativos que se muestran en el cuadro 9.2.

Cuadro 9.2

Predio	A	B	C
Distancia a la planta (km)	30	40	60
Producción disponible (ton)	150	50	100
Costo materia prima ($)	15 000	5 000	10 000
Costo transporte ($)	9 000	4 000	12 000
Costo total ($)	24 000	9 000	22 000
Costo marginal ($)	160	180	220
Costo medio[4] ($)	160	165	183

Si la materia prima se adquiere en los predios y se transporta a la planta en vehículos (propios o ajenos), obviamente el costo medio, $183 la tonelada, es el costo real para el proyecto.

[4] El costo marginal se calcula dividiendo el costo total de abastecerse de cada predio (CT_p) entre la producción disponible en cada uno:

9.1 $$CT_p/q_p$$

El costo medio corresponde al costo total de abastecer la cantidad requerida, dividido entre la producción total (q_t) requerida:

9.2 $$\sum_{j=1}^{N} CTp_j/q_t$$

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Pero si el producto se compra puesto en planta, deberá ofrecerse a un precio tal que satisfaga el interés del productor localizado en el predio C. Es decir, $220 la tonelada. Podrá argumentarse que primero se ofrecerá un precio de $160 hasta haber satisfecho las expectativas del productor situado en el predio A, que luego se subirá a $180, hasta adquirir la producción de B, y luego a $220, llegando también a un promedio de $183. Sin embargo, esto podría resultar una vez. Al año siguiente, el productor del predio más cercano a la planta no responderá al precio inicial, a la espera del alza ocurrida el año anterior. El análisis, si bien debe responder a las características de cada proyecto, tiene que considerar este factor, que puede llegar a ser determinante en la elección de una localización.

La naturaleza, disponibilidad y ubicación de las fuentes de materia prima, las propiedades del producto terminado y la ubicación del mercado también son factores generalmente relevantes en la decisión de la localización del proyecto.

Si el volumen de la materia prima por transportar es superior al del producto terminado, por ejemplo, la leche para producir quesos y mantequilla, las papas para elaborar puré deshidratado, los minerales en la industria siderúrgica, etcétera. En estos casos, la tendencia es situar la planta cerca de las fuentes de los recursos. Pero también puede suceder que el volumen de materia prima por transportar sea menor que el del producto terminado o que el costo del transporte de este último sea mayor, por su naturaleza, que el de la materia prima. En estas situaciones, la planta tiende a localizarse cerca de los mercados. No obstante, un correcto análisis requiere determinar el impacto económico de largo plazo que pudiera generar cada opción de localización por medio del VAN.

Sin embargo, no siempre son tan evidentes las ventajas de una u otra localización. Los volúmenes, pesos, distancias, tarifas vigentes, carácter perecedero del producto transportado, etcétera, deben evaluarse conjuntamente para medir los efectos complementarios.

La disponibilidad y el costo de los terrenos en las dimensiones requeridas para atender las necesidades actuales y las expectativas de crecimiento futuro de la empresa creada por el proyecto es otro factor relevante que hay que considerar. De igual manera, pocos proyectos permiten excluir consideraciones acerca de la topografía y las condiciones de suelos, la existencia de edificaciones útiles aprovechables o el costo de la construcción.

En algunos casos, la localización condiciona el comportamiento de la demanda, particularmente cuando se interactúa directamente con el cliente, como por ejemplo en una estación de servicios, un supermercado, un establecimiento comercial o un parque de diversiones, por nombrar algunos ejemplos. Si ese fuese el caso, el área de influencia de la microlocalización, en términos del número de hogares y su poder adquisitivo, cobran especial relevancia para la evaluación económica del proyecto.

recuerde y reflexione

Muchos países utilizan la incentivación tributaria para el desarrollo de determinadas zonas geográficas de interés geopolítico. Por eso es necesario el estudio de las políticas de descentralización existentes y de las ventajas legales y tributarias de las localizaciones optativas, así como de las restricciones o prohibiciones que pudieran existir en la instalación de ciertas industrias en determinadas zonas.

No siempre la decisión de localización es una variable que deba estudiar el preparador y evaluador de proyectos, pues cuando existe un factor dominante, es decir, cuando el proyecto se encuentra condicionado a una determinada locación, no hay alternativas que estudiar. En este sentido, más que una técnica, es un concepto, puesto que no otorga alternativas a la localización. Es el caso de la minería o el petróleo, donde la fuente de los minerales condiciona la ubicación. Por lo tanto, las opciones son: hacer el proyecto en dicha localización o no hacer el proyecto.

9.3. Método cualitativo por puntos

Este método, como su nombre lo indica, permite asignar valores cuantitativos a variables subjetivas, por lo que pudiera complementarse con métodos basados exclusivamente en factores

www.fullengineeringbook.blogspot.com

concepto clave

Método cualitativo por puntos: define los principales factores determinantes de una localización para asignarles valores ponderados de peso relativo de acuerdo con la importancia que se les atribuye.

económicos u objetivos. El **método cualitativo por puntos** consiste en definir los principales factores determinantes de una localización para asignarles valores ponderados de peso relativo de acuerdo con la importancia que se les atribuye. El peso relativo, sobre la base de una suma igual a uno, depende fuertemente del criterio y la experiencia del evaluador.

Al comparar dos o más localizaciones opcionales, se procede a asignar una calificación a cada factor en una localización de acuerdo con una escala predeterminada, por ejemplo, de cero a 10.

La suma de las calificaciones ponderadas permitirá seleccionar la localización que acumule el mayor puntaje.

Si se busca elegir entre las siguientes tres zonas, el modelo se aplica como muestra el cuadro 9.3.

Cuadro 9.3

Factor	Peso	Zona A		Zona B		Zona C	
		Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación
MP disponible	0.35	5	1.75	5	1.75	4	1.40
Cercanía mercado	0.10	8	0.80	3	0.30	3	0.30
Costo insumos	0.25	7	1.75	8	2.00	7	1.75
Clima	0.10	2	0.20	4	0.40	7	0.70
MO disponible	0.20	5	1.00	6	1.60	6	1.20
Total	1.00		5.50		6.05		5.35

De acuerdo con este método, se escogería la localización B por tener la mayor calificación total ponderada. La fortaleza de este método radica en que es simple, rápido y permite combinar factores cuantitativos con aspectos cualitativos o estratégicos. Si bien la asignación de la ponderación es subjetiva, al igual que los puntajes, ello no significa que sea más vulnerable a errores de selección, pues en la medida en la que dicha asignación sea elaborada con base en la experiencia y en la evidencia disponible, los resultados debieran ser bastante concluyentes.

9.4. El método de Brown y Gibson

Una variación del método anterior es el **método de Brown y Gibson**,[5] quienes combinan factores posibles de cuantificar con factores subjetivos a los que les asignan valores ponderados de peso relativo. El método consta de cuatro etapas:

- Asignar un **valor relativo** a cada **factor objetivo** (FO_i) para cada localización optativa viable.
- Estimar un valor relativo de cada **factor subjetivo** (FS_i) para cada localización optativa viable.
- Combinar los factores objetivos y subjetivos, asignándoles una ponderación relativa para obtener una **medida de preferencia de localización** (MPL).
- Seleccionar la ubicación que tenga la máxima medida de preferencia de localización.

La aplicación del modelo en cada una de sus etapas lleva a desarrollar la siguiente secuencia de cálculo:

a) Cálculo del valor relativo de los FO_i. Normalmente los factores objetivos son posibles de cuantificar en términos de costo, lo que permite calcular el costo total anual de cada loca-

[5] P. A. Brown y D. F. Gibson, *A Quantified Model for Facility Site Selection Application to a Multiplant Location Problem*, AIIE Transactions 4 (11), 1972.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

lización C_i. Luego, el FO_i se determina multiplicando C_i por la suma de los recíprocos de los costos de cada lugar ($1/C_i$) y tomando el recíproco de su resultado. Es decir:

9.3
$$FO_t = \frac{1/C_1}{\Sigma_{i=1}^{n} 1/C_i}$$

Suponga que en un proyecto se han identificado tres localizaciones que cumplen con todos los requisitos exigidos. En todas ellas, los costos de mano de obra, materias primas y transportes son diferentes y el resto de los costos son iguales (energía, impuestos, distribución, etcétera).

Si los costos anuales fuesen los del cuadro 9.4, el FO_i se obtendría como se indica en el mismo cuadro.

Cuadro 9.4

Costos anuales (millones)						
Localización	Mano de obra	Materia prima	Transporte	Otros	Total (C_i)	Recíproco ($1/C_i$)
A	9.1	10.7	3.2	7.5	30.5	0.03279
B	9.7	10.3	3.8	7.5	31.3	0.03195
C	8.9	11.8	3.9	7.5	32.1	0.03115
Total						0.09589

El **factor de calificación objetiva** para cada localización se obtiene mediante la sustitución de los valores determinados en la ecuación 9.3. Note que esta parte del modelo puede mejorarse sustancialmente si en vez de sumar costos, como aparece en la columna total, se sustituye por el **valor actual de costos** (VAC) de cada alternativa.

De esta manera, los factores objetivos de calificación son:

$$\begin{aligned} FO_A &= 0.03279/0.09589 = 0.34195 \\ FO_B &= 0.03195/0.09589 = 0.33319 \\ FO_C &= 0.03115/0.09589 = \underline{0.32485} \\ &= \quad 1 \end{aligned}$$

Al ser siempre la suma de los FO_i igual a uno, el valor que asume cada uno de ellos es siempre un término relativo entre las distintas alternativas de localización.

b) Cálculo del valor relativo de los FS_i. El carácter subjetivo de los factores de orden cualitativo hace necesario asignar una medida de comparación que valore los distintos factores en orden relativo, mediante tres subetapas:

- Determinar una calificación W_j para cada factor subjetivo ($j = 1, 2, \ldots n$) mediante comparación pareada de dos factores. Según esto, se escoge un factor sobre otro, o bien, ambos reciben igual calificación.
- Dar a cada localización una ordenación jerárquica en función de cada factor subjetivo R_{ij}.
- Para cada localización, combinar la calificación del factor W_j con su ordenación jerárquica R_{ij} a fin de determinar el factor subjetivo FS_i de la siguiente forma:

9.4
$$FS_i = \sum_{j=1}^{n} R_{ij} W_j$$

Suponga que los factores subjetivos relevantes sean el clima, la vivienda y la educación, y que el resultado de las combinaciones pareadas sea el indicado en el cuadro 9.5, en el cual se asigna en las columnas de combinaciones pareadas un valor uno al factor más relevante

www.fullengineeringbook.blogspot.com

y cero al menos importante, mientras que cuando son equivalentes se asigna a ambos un factor uno.

Cuadro 9.5

Factor (*j*)	Comparaciones pareadas			Suma de preferencias	Índice W_j
	1	2	3		
Clima	1	1		2	2/4 = 0.50
Vivienda	0		1	1	1/4 = 0.25
Educación		0	1	1	1/4 = 0.25
Total				4	

El análisis que permitió la elaboración del índice de importancia relativa W_j se utiliza para determinar, además, la ordenación jerárquica R_{ij} de cada factor subjetivo, en la forma que se indica en el cuadro 9.6.

Cuadro 9.6

Factor / Localización	Clima					Vivienda					Educación				
	Comparaciones pareadas			suma de pref.	R_1	Comparaciones pareadas			suma de pref.	R_2	Comparaciones pareadas			suma de pref.	R_3
	1	2	3			1	2	3			1	2	3		
A	1	1		2	2/4 = 0.50	0	0		1	0/4 = 0.00	0	0		0	0/3 = 0.00
B	1		1	2	2/4 = 0.50	1		1	2	2/4 = 0.50	1		0	1	1/3 = 0.33
C		0	0	0	0/4 = 0.00		1	1	2	2/4 = 0.50		1	1	2	2/3 = 0.67
Total				4	1.00				4	1.00				3	1.00

En el cuadro 9.7 se resumen los resultados de los factores subjetivos de evaluación obtenidos en los cuadros 9.5 y 9.6.

Cuadro 9.7

Factor (*j*)	Puntaje relativo R_{ij}			Índice W_j
	A	B	C	
Clima	0.50	0.50	0.00	0.50
Vivienda	0.00	0.50	0.50	0.25
Educación	0.00	0.33	0.67	0.25

Reemplazando en la ecuación 9.4 los valores del cuadro 9.7, puede determinarse la medida de factor subjetivo FS_i de cada localización. Separadamente para cada localización, se multiplica la calificación para un factor dado R_{ij} por el índice de importancia relativa de W_j de ese factor y se suman todos los factores subjetivos.

De esta forma se tiene que:

9.5 $$FS_i = R_{i1}W_1 + R_{i2}W_2 ... + R_{in}Wn$$

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Al reemplazar por los valores del cuadro 9.7, se obtienen los siguientes factores de calificación subjetiva:

$FS_A = (0.5)\,(0.50) + (0.00)\,(0.25) + (0.00)\,(0.25) = 0.2500$
$FS_B = (0.5)\,(0.50) + (0.50)\,(0.25) + (0.33)\,(0.25) = 0.4575$
$FS_C = (0.00)\,(0.50) + (0.50)\,(0.25) + (0.67)\,(0.25) = 0.2925$

Como puede observarse, la suma de los tres resultados es igual a uno.

c) Cálculo de la medida de preferencia de localización (*MPL*). Una vez valorados en términos relativos los factores objetivos y subjetivos de localización, se procede a calcular la medida de preferencia de localización mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

9.6 $$MPL_i = K(FO_i) + (1 - K)\,(FS_i)$$

La importancia relativa diferente que existe, a su vez, entre los factores objetivos y subjetivos de localización hace necesario asignarle una ponderación K a uno de los factores y $1 - K$ al otro, de manera tal que se exprese también entre ellos la importancia relativa. Si se considera que los factores objetivos son tres veces más importantes que los subjetivos, se tiene que $K = 3\,(1 - K)$. O sea, $K = 0.75$.

Al reemplazar mediante los valores obtenidos para los FO_i y los FS_i en la ecuación 9.6, se determinan las siguientes medidas de preferencia de localización:

$MPL_A = (0.75)\,(0.34195) + (0.25)\,(0.2500) = 0.31895$
$MPL_B = (0.75)\,(0.33319) + (0.25)\,(0.4575) = 0.36427$
$MPL_C = (0.75)\,(0.32485) + (0.25)\,(0.2925) = 0.31678$

d) Selección del lugar. De acuerdo con el método de Brown y Gibson, la opción elegida es la localización B, puesto que recibe el mayor valor de medida de ubicación. Si se hubiesen comparado exclusivamente los valores objetivos, esta opción no habría sido la más atrayente; sin embargo, la superioridad con que fueron calificados sus factores subjetivos la hace ser más relevante.

Es fácil apreciar, por otra parte, que un cambio en la ponderación entre factores objetivos y subjetivos podría llevar a un cambio en la decisión.

Una de las fortalezas de este modelo es que combina factores cualitativos y cuantitativos, pero de una manera menos subjetiva. En la medida en la que ambos aspectos se tornen relevantes en la decisión de localización, resulta recomendable la aplicación de este modelo.

9.5. Maximización del valor actual neto

Al igual que para la selección de la mejor alternativa tecnológica o del tamaño óptimo, la decisión acerca de la mejor localización, sobre la base de un criterio económico, corresponde a la **maximización del valor actual neto** de los flujos de caja asociados con cada opción de ubicación del negocio.

En términos generales, puede afirmarse que los factores que influyen en la determinación de la localización del proyecto son fundamentalmente de costos, puesto que las proyecciones calculadas de demanda se mantendrán casi siempre constantes, sea cual fuere la localización que se seleccione, a menos de que se trate de un proyecto en el que el consumidor interactúe con la localización, en cuyo caso la demanda sí puede verse afectada, por ejemplo, la localización de un proyecto de *retail*. El consumidor no consulta, antes de adquirir el bien, el lugar donde este se elaboró; su decisión de compra se fundamenta en las características, la calidad y el precio del producto que está demandando. Justamente por este motivo, cuando se trata de una decisión de localización de una planta productiva la afirmación de que la demanda se mantendrá casi siempre constante cobra especial validez.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

De esta manera, también resulta válido el argumento que se señalaba para la elección de alternativas tecnológicas en razón de que se partirá del supuesto de que los ingresos son iguales para todas ellas.

La evaluación por este método puede ser más compleja si las posibles localizaciones involucran modificaciones entre sus variables significativas. Por ejemplo, si se determina que una planta reduce sus costos unitarios mientras se aleja del mercado, puede suceder que su mercado potencial también disminuya por el carácter perecedero que podría tener el producto o por las mayores dificultades para cumplir con los plazos de entrega exigidos por el mercado. Así, no solo se ve afectada la variable ventas, sino probablemente también la variable tamaño o el monto de la inversión en capital de trabajo, entre otras, si se compensa la dificultad de cumplimiento de plazos con mayores ventajas crediticias para el cliente.

La posibilidad de que ocurra alguna de las situaciones señaladas en el párrafo anterior obliga al preparador del proyecto a considerar el impacto que ellas generarían en el flujo de caja, efectuando los cálculos correspondientes que permitan obtener expresiones cuantitativas para estos hechos. En el caso de que las distintas opciones de localización no involucren modificaciones entre sus variables significativas, este método puede ser utilizado sin mayor dificultad.

También es posible que se utilice una combinación de métodos en el caso de que, existiendo variables subjetivas que se identifican y valoran de acuerdo con los procedimientos ya señalados, se integra dicha valoración al resultado económico que cada una de las alternativas entrega al utilizar el criterio del valor actual de los flujos de caja.

De esta manera, se obtendrá un resultado que reconoce tanto los aspectos cuantitativos como los subjetivos, basándose el análisis en el criterio del valor actual de costos cuando las opciones no hacen variar los beneficios esperados.

Para comprender mejor el modelo se analizará el siguiente caso: una empresa enfrenta dos alternativas para instalar su planta productiva para una demanda anual de 2 000 toneladas:

Cuadro 9.8

Antecedentes	Localización A	Localización B
Costo de transporte por tonelada kilómetro recorrido	$2	$2
Costo anual mano de obra	$150 000	$100 000
Costo de inversión terreno	$300 000	$250 000

Asumiendo que no existe posibilidad de obtener ingresos por la venta del terreno al final de la evaluación, la que se supondrá a cuatro años para simplificar el análisis, y considerando una tasa de impuesto a las utilidades de 20%, este sería el resultado:

Cuadro 9.9.1

Flujo de caja de costos localización A M$	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Costos de transporte		(120)	(120)	(120)	(120)
Remuneraciones		(150)	(150)	(150)	(150)
Resultado antes de impuestos		(270)	(270)	(270)	(270)
Impuestos 20%		54	54	54	54
Resultado después de impuestos		(216)	(216)	(216)	(216)
Costo terreno	(300)				
Flujo neto	**(300)**	**(216)**	**(216)**	**(216)**	**(216)**
VAC 12%	**(956)**				

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Cuadro 9.9.2

Flujo de caja de costos localización B M$	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Costos de transporte		(200)	(200)	(200)	(200)
Remuneraciones		(100)	(100)	(100)	(100)
Resultado antes de impuestos		(300)	(300)	(300)	(300)
Impuestos 20%		60	60	60	60
Resultado después de impuestos		(240)	(240)	(240)	(240)
Costo terreno	(250)				
Flujo neto	**(250)**	**(240)**	**(240)**	**(240)**	**(240)**
VAC 12%	**(979)**				

Cuadro 9.9.3

Flujo neto	**(50)**	**24**	**24**	**24**	**24**
VAC 12%	**23**				

Como puede observarse, la opción más conveniente no necesariamente es la más económica en inversión, pues a pesar de que incluso es más cara en términos de costos de remuneraciones, los ahorros de costos de transporte compensan la mayor inversión y costo en personal.

Es importante tener en consideración los costos relevantes estudiados en el capítulo 6, pues un correcto análisis de localización basado en este modelo necesariamente deberá considerar aquellos flujos que sí afectan la decisión de localización, no así aquellos que independientemente de cuál sea la localización escogida no presentan variaciones.

9.6. La demanda y las áreas de influencia

En ocasiones las decisiones de localización condicionan la demanda de un producto o servicio, en especial cuando se trata de un proyecto en el cual el consumidor es quien debe interactuar presencialmente con la localización del proyecto, como es el caso de los restaurantes, centros comerciales, gimnasios, lavado de automóvil y centros de estética, por mencionar algunos. Si bien los costos derivados de las distintas opciones son factibles de ser analizados, resulta fundamental también estudiar la demanda que ese lugar puede generar en el proyecto.

El tamaño de la población del área de influencia inmediata, el estrato socioeconómico a que pertenece, el nivel de ingreso familiar, las edades y el estilo de vida son variables que condicionan la magnitud de los ingresos de explotación, ya que de ello dependerá el nivel de gasto en un determinado bien o servicio. Así, el grado de atracción de una determinada localización estará condicionado por el potencial de gasto que éste puede generar en el proyecto. Es esta metodología la que se está utilizando para evaluar los proyectos de *retail*, detallista o minorista.

Básicamente, el análisis consiste en determinar las **isócronas de aproximación** o **áreas de influencia** inmediata al terreno en estudio, separándolas por anillos, tal como se ilustra en la figura 9.1. Junto con ello, la figura muestra la clasificación socioeconómica del distrito en estudio, distinguiendo cinco categorías: ABC1, C2, C3, D y E, que corresponden a segmentos de mayor a menor ingreso.

Cada uno de los anillos está delimitado por una distancia o tiempo de traslado homogéneo con respecto al terreno en estudio. Particularmente, en el mapa se establecieron los anillos cada

www.fullengineeringbook.blogspot.com

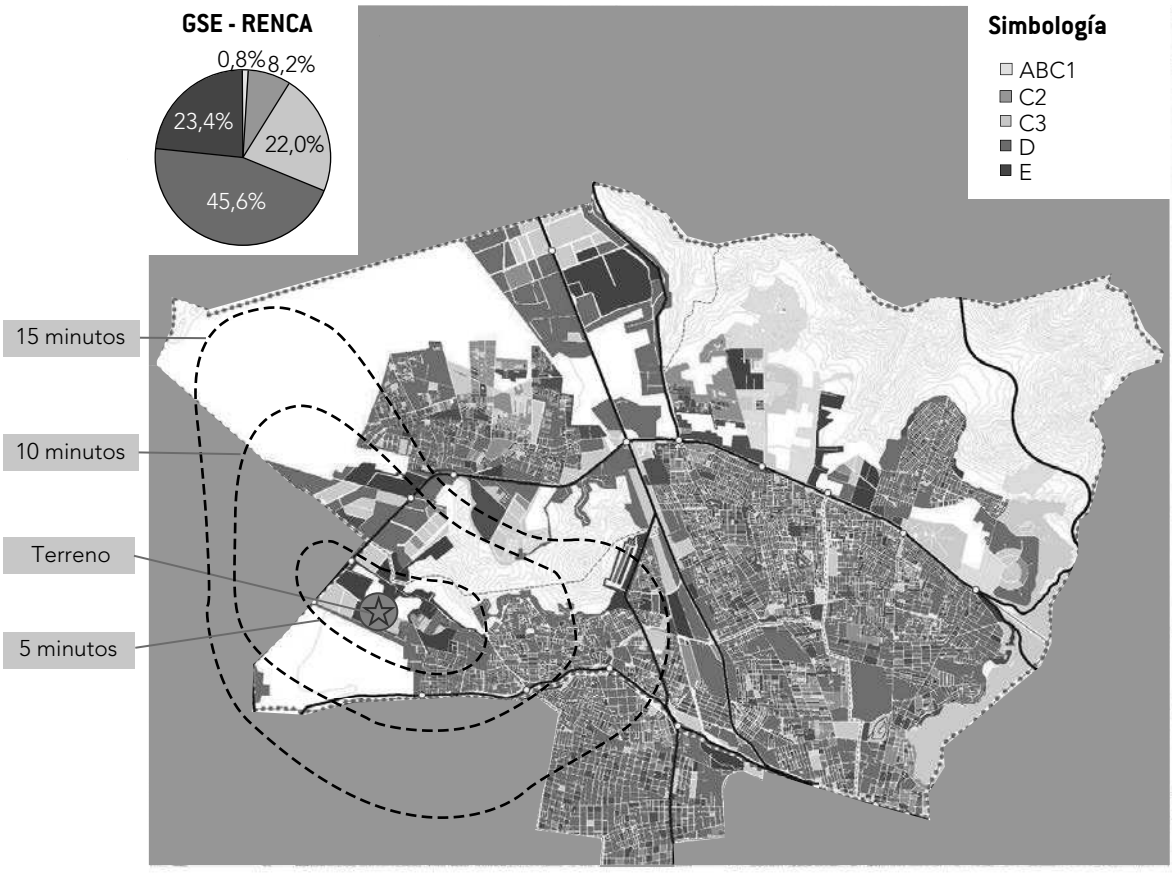


Figura 9.1 Áreas de influencia inmediata al terreno en estudio.

cinco minutos de desplazamiento, correspondiente a un proyecto de Strip Center.[6] En la práctica cada proyecto debe analizar la envergadura de su área de influencia, pues no es lo mismo el análisis de localización de una farmacia que el del establecimiento de un zoológico, ya que cuanto mayor sea la envergadura del proyecto, mayor alcance en área tendrá. Sin perjuicio de lo anterior, es indudable que cuanto más alejado esté un grupo determinado de consumidores del punto de localización del proyecto, menor será la probabilidad de gasto en la localización en estudio. Este concepto es lo que se denomina **índice de captura**. Por la misma razón, no existe un estándar que permita establecer qué porcentaje o índice de captura del área inmediata constituirá demanda potencial del proyecto. En la práctica, debe aplicarse una encuesta origen-destino en algún proyecto existente o de características similares a las del estudio, que permita establecer de dónde proviene el cliente, y así determinar su distribución porcentual con respecto del punto en estudio.

Sin perjuicio de ello, algunos estudios de supermercados basados en experiencias han mostrado que en general el índice de captura de la primera isocrona corresponde a 40% del total de hogares localizados en el primer anillo, 20% para el área siguiente y 10% para el tercer anillo, siendo el área total de influencia no mayor que 15 minutos. Lo que en otras palabras significa que 40% de las familias ubicadas en esa área de influencia inmediata constituyen clientes regulares del establecimiento, 20% la isócrona siguiente y 10% la última. No obstante, cada proyecto debe ser analizado de manera particular, puesto que el alcance del área de influencia, así como también del índice de captura, dependerá en gran medida del tamaño del proyecto, escasez relativa de la oferta y de la valoración que las personas asignen a la propuesta de valor

[6] Este estudio fue realizado por la empresa consultora Sapag & Sapag Consultores en conjunto con la Consultora de Estudios Urbanos Atisba en julio de 2008.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

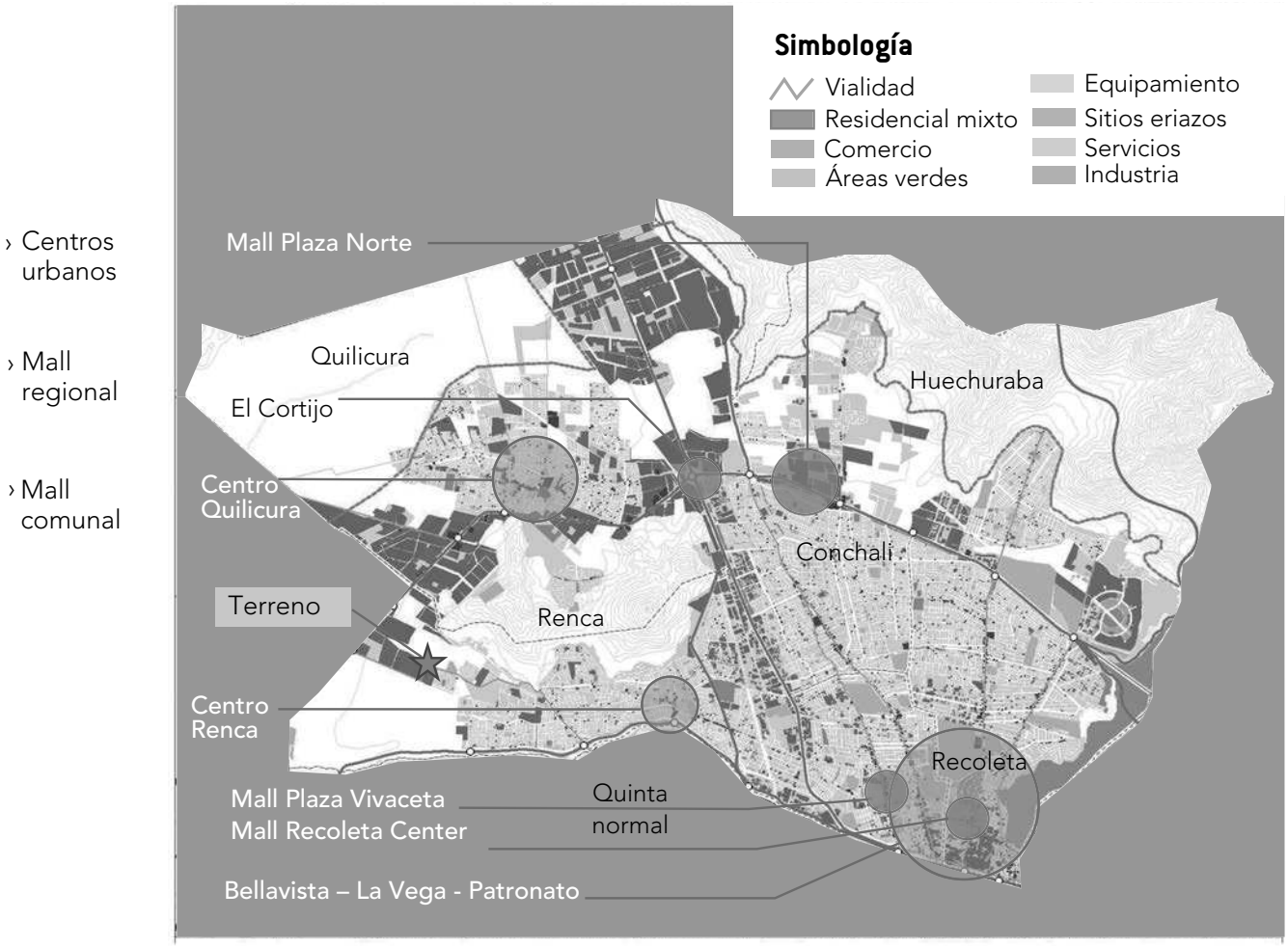


Figura 9.2 Análisis de sistemas de información geográficos.

del proyecto en estudio. Si existe oferta competitiva en el área de influencia, deberá repartirse el mercado correspondiente en función de las ventajas de localización específicas, como la conectividad y accesibilidad al lugar, pues aunque un competidor esté muy cerca de otro, en la medida en la que no disponga de conectividad, es decir, de disponibilidad de sistemas de transporte público o vías de acceso que apoyen y faciliten el ingreso del usuario y/o consumidor, la participación de mercado entre un actor y otro puede terminar siendo bastante menos equitativa. Para ello, generalmente se trabaja con sistemas de información geográficos (SIG). La figura 9.2 muestra este análisis.

Una vez cuantificado el mercado en términos de usuarios o familias, según sea el caso que corresponda, habrá que estratificar socioeconómicamente el área de influencia correspondiente con el fin de establecer un nivel de gasto promedio en el bien o servicio en estudio. La cuantificación del gasto anual, mensual o semanal, según corresponda, permitirá dimensionar la potencialidad de venta que podría tener el proyecto en estudio.

Suponga que en un estudio de proyecto se está analizando la localización de instalar un centro de abastecimiento de productos para el hogar en un punto determinado. De acuerdo con el estudio realizado, el área de influencia del establecimiento es de cuatro kilómetros a la redonda. El índice de captura de demanda es mayor cuanto más cerca estén las viviendas del establecimiento. El cuadro 9.10 indica la demanda potencial del proyecto en términos de hogares:

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Cuadro 9.10

Área de influencia	Número de hogares	Índice de captura	Hogares potenciales
1 km	500	50%	250
2 km	450	30%	135
3 km	400	16%	64
4 km	480	10%	48
Total hogares			497

Por otra parte, un estudio de estratificación socioeconómica indicó los resultados por anillos, que se aprecian en el cuadro 9.11, siendo ABC1 el sector de más altos ingresos y E el de más bajos ingresos.

Cuadro 9.11

Estrato socioeconómico	Radio de influencia			
	1 km	2 km	3 km	4 km
ABC1	15%	12%	10%	16%
C2	35%	32%	38%	34%
C3	30%	35%	30%	28%
D	15%	12%	17%	20%
E	5%	9%	5%	2%
Total	100%	100%	100%	100%

De esta manera, la demanda potencial en términos de números de hogares clasificados socioeconómicamente sería la que se aprecia en el cuadro 9.12.

Cuadro 9.12

Estrato socioeconómico	Radio de influencia		Número de hogares potenciales	
	1 km	2 km	3 km	4 km
ABC1	38	16	6	8
C2	88	43	24	16
C3	75	47	19	13
D	38	16	11	10
E	13	12	3	1
Total	252	134	63	8

Si, por otra parte, se conoce que el gasto anual en productos de hogar por estrato socioeconómico es de $500 para un ABC1, $450 para un C2, $300 para un C3, $220 para un D y $150 para un E, el gasto anual potencial en artículos de hogar que podría generarse en el establecimiento sería el que se observa en el cuadro 9.13.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Cuadro 9.13

Estrato socioeconómico	Gasto anual $	Radio de influencia		Número de hogares potenciales	
		1 km	2 km	3 km	4 km
ABC1	500	19 000	8 000	3 000	4 000
C2	450	39 600	19 350	10 800	7 200
C3	300	22 500	14 100	5 700	3 900
D	220	8 360	3 520	2 420	2 200
E	150	1 950	1 800	450	150
Total		91 410	46 770	22 370	17 450
Ventas esperadas anuales					178 000

Como puede observarse, el cuadro 9.13 muestra la estimación de la demanda potencial del proyecto dada una determinada localización. Esta información, en conjunto con los costos de inversión y operación derivados de las alternativas de localización, permitirán evaluar cuál de ellas resulta ser más conveniente.

Resumen

En este capítulo se ha intentado dejar de manifiesto que la decisión de la localización de un proyecto es determinante en el desarrollo de su evaluación. Aunque hay múltiples influencias personales en su definición, las repercusiones económicas de cada alternativa hacen necesario un proceso más profundo de análisis en el contexto de la formulación misma del proyecto.

Los factores condicionantes de una ubicación dada son fáciles de enumerar. Sin embargo, será la habilidad del preparador del proyecto la que permitirá seleccionar las realmente relevantes para su análisis, porque cada proyecto posee particularidades propias que hacen adquirir a cada factor locacional una posición de priorización relativa diferente.

El análisis de la composición de los factores que será menester incluir en el análisis debe responder a un criterio economicista de búsqueda de una localización que dé al proyecto la máxima rentabilidad en su evolución. Muchos factores no pueden ser cuantificados en términos económicos. Para ellos existen diferentes criterios de medición, basados en factores no cuantificables que dan una aproximación relativamente eficaz solo en algunos casos.

En definitiva, la selección deberá basarse en términos económicos, optando por la localización que permita la mayor rentabilidad estimada para el proyecto integral. Para ello se plantean dos tipos de métodos: uno que se basa en la suma de costos y otro que lo hace en la valoración de los flujos económicos en el tiempo. El procedimiento para este último método se explicará en el capítulo 16, puesto que la lógica didáctica así lo recomienda.

Preguntas y problemas

1. ¿En qué caso recomendaría utilizar el método de maximización del valor actual neto para determinar la localización de un proyecto?
2. ¿Cómo explicaría qué factores locacionales de una macrozona dejan de ser relevantes para decidir la microlocalización del proyecto?
3. Elabore un plan de acción detallado para determinar la localización de una planta conservera de productos del mar. Indique qué variables estudiaría y qué metodología de análisis seguiría.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

4. Para determinar la localización de cierta planta se estudian tres alternativas, indicadas por las letras A, B y C. Se han definido cinco factores locacionales: costo del transporte del producto terminado, ventas esperadas, disponibilidad de mano de obra y disponibilidad de materias primas.

   El costo del transporte que se obtuvo para cada alternativa es el siguiente:

Localizaciones	A	B	C
Materia prima	100 000	50 000	70 000
Producto terminado	80 000	120 000	20 000
Total	180 000	170 000	90 000

   Según información del estudio de mercados realizado, pudo preverse que las ventas estimadas serían de $1 200 000, $900 000 y $500 000 en A, B y C, respectivamente.

   La disponibilidad esperada de materias primas y mano de obra se calculó según una puntuación relativa en una escala entre uno y 10. Sus resultados fueron:

Localizaciones	A	B	C
Materia prima	6	6	8
Producto terminado	10	6	4

   Los factores locacionales fueron priorizados de acuerdo con la siguiente puntuación, en una escala independiente de uno a 10:

Transporte de materia prima	2
Transporte de productos terminados	2
Ventas esperadas	1
Disponibilidad de materias primas	6
Disponibilidad de mano de obra	7

   ¿Qué localización recomendaría y por qué?

5. En el estudio de tres localizaciones opcionales para un proyecto se dispone de la siguiente información:

Costo anual (millones de pesos)				
Localización	Mano de obra	Insumos	Transporte	Otros
A	31	38	15	25
B	35	36	18	26
C	28	41	20	25

   Además, se estima que hay tres factores críticos de difícil cuantificación que deben tomarse en consideración: el clima, la disponibilidad de agua y la disponibilidad de servicios (comunicaciones, energía, etcétera).

   Al comparar los tres factores, se estima que la disponibilidad de agua es el más relevante, seguido por la disponibilidad de servicios y, más atrás, por el clima.

   Al analizar estos tres factores en cada localización, se concluye lo siguiente:

   a) La disponibilidad de agua es más crítica en A que en B y C. Entre estas dos últimas localizaciones se considera de igual grado de importancia este factor.
   b) La disponibilidad de servicios tiene mucha mayor relevancia en la localización B que en la A, aunque es similar entre B y C.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

c) El clima es más determinante para C que para A o B. Sin embargo, para B es más importante que para A.

Los factores objetivos tienen una importancia relativa de cuatro veces la de los factores subjetivos. ¿Qué localización recomienda usted y por qué?

6. Explique los distintos elementos que influyen en la determinación de la localización de un proyecto.
7. El directorio de una empresa está estudiando la posibilidad de cambiar la localización de la planta industrial. Se ha recibido una propuesta concreta de adquisición de los terrenos que actualmente ocupa, la que aparece atractiva, por lo que uno de los directores propone que sea aprobada de inmediato.

   Otro de los directores manifiesta su rechazo a la propuesta, aduciendo que la industria tiene un claro arraigo regional y que, por lo tanto, él se opone al cambio, aunque ello signifique alguna ventaja de carácter económico.

   Un tercer director opina que existen aspectos importantes que deben tomarse en consideración, puesto que él aprecia que difícilmente los trabajadores con alto nivel de especialización estarían dispuestos a cambiarse a una localización distante de la actual. Además, señala, existen estacionalidades en las ventas, lo cual obliga a considerar este factor; para él, las ventajas económicas que reportaría el cambio deberían dimensionarse y considerarse debidamente. Se explaya en su exposición argumentando múltiples factores que deberían tomarse en cuenta antes de tomar una decisión precipitada.

   El presidente del directorio, quien ha escuchado muy atentamente las argumentaciones de los directores, señala que se está haciendo tarde y que como se aprecia que no existe acuerdo sobre el particular, él propone solicitar a un experto una metodología a fin de proceder posteriormente a la contratación del estudio pertinente. ¿Qué recomendaría usted y por qué?
8. Una empresa fabricante de cuadernos y artículos de oficina, ya consolidada y con más de 60 años de presencia en el mercado, recibe una oferta de compra por los terrenos de su planta industrial. Con el objeto de adoptar la decisión más conveniente, decide contratar los servicios de un especialista con el fin de contar con un informe técnico que deberá ser llevado al director para su análisis. Dicho informe debe indicar la conveniencia de quedarse o trasladarse a otro sitio. Comente la manera técnica en la que usted enfocaría este encargo.
9. Un inversionista dispone de tres hectáreas de terreno en un lugar de apacible contacto con la naturaleza en un extremo de la zona urbana de la localidad. El inversionista se encuentra francamente desorientado respecto de qué proyecto realizar para hacer rentable su inversión. Tomando en consideración esta restricción, establezca, desde el punto de vista metodológico, la manera como usted llevaría a cabo la investigación para asesorarlo.

Comente las siguientes afirmaciones:

a) Si el factor locacional prioritario para un proyecto es el transporte y si el volumen de materia prima por movilizar es superior al del producto terminado, la localización tenderá hacia las fuentes de materia prima.

b) El problema locacional no existe cuando quien encarga el estudio del proyecto dispone de la infraestructura física para su implementación.

c) Para establecer una decisión de localización óptima en un proyecto nuevo, deben compararse los costos de operación y de inversión relevantes asociados a cada alternativa de localización.

d) Al estudiarse localizaciones alternativas para un proyecto, el estudio de mercado proporciona información relevante en cuanto a la demanda, indicando el lugar en el cual el consumidor desea que se le entregue el producto final. De esta manera, la localización óptima será aquella que entregue el producto al consumidor al más bajo costo de transporte resultante.

e) El estudio de localización solo es gravitante en un proyecto nuevo. Una empresa en marcha únicamente requerirá efectuar estudios de localización administrativa, puesto que la localización productiva, al estar ya establecida en el lugar previamente definido, no requerirá cambios de localización en el futuro.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

f) Para todo proyecto es susceptible de estudiar la localización óptima, puesto que el inversionista dispondrá de la posibilidad de definir cuál es la mejor localización que le permitirá maximizar sus ingresos operacionales.
g) Aunque en el estudio de localización prime el criterio del Valor Actual de Costos (VAC), su resultado no puede ser confiable, ya que existen muchos aspectos cualitativos que inciden en la localización y que no son susceptibles de ser incorporados en un flujo.
h) En el caso del estudio de un cambio de localización para un proyecto en funcionamiento, no será necesario cuantificar y considerar la inversión en capital de trabajo.

Material complementario

Ejercicios recomendados del texto complementario: José Manuel Sapag, *Evaluación de proyectos*, *guía de ejercicios*, *problemas y soluciones*, McGraw-Hill, 3a. ed., 2007:

14. Supermercado, **34.** Traslado de planta, **35.** Centro turístico, **37.** Centro virtual

Bibliografía

Ballester, V., C. S. Siurana y R. M. y Díaz, *Localización industrial e impacto ambiental: Una visión unificada del problema*, Universidad Politécnica de Valencia, 2007.

Brown, P. A. y D. E. Gibson, "A Quantified Model for Facility Site Selection Application to a Multiplant Location Problem" en: *AIEE Transactions*, 4(1), 1982.

Dervitsiotis, Kostas, *Operations Management*, Nueva York, McGraw-Hill, 1981.

Gaither, N. y G. Frazier, *Administración de producción y operaciones*, Thomson International, 2000.

Halevi, G., *Handbook of Production Management Methods*, Elsevier Science, 2001.

Heller, M.E., *La venta profesional minorista*, Libros en Red, 2001.

Hoover, Edgar M., *Localización de la actividad económica*, McGraw-Hill, 1979.

Ilpes, *Guía para la presentación de proyectos*, México, Siglo Veintiuno Editores, 2006.

Mahadevan, B., *Operation Management: Theory and Practice*, Pearson Education India, 2009.

Muther, R. y J. D. Wheeler, *Simplified Systematic Layout Planning*, Management and Industrial Research Publications, Kansas City, 1994.

Pycraft, M., *Operations Management*, Pearson Education South Africa, 2000.

Solana, Ricardo, "Metodología para las decisiones de localización de plantas industriales" en: *Revista de Ciencias Económicas*, serie V. 8, 1970, pp. 251-274.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Capítulo 10

Efectos económicos de los aspectos organizacionales

La importancia y repercusión que las variables analizadas en los capítulos anteriores tienen en la preparación y evaluación económica de un proyecto de inversión resultan obvias. No sucede lo mismo con el estudio organizacional, el cual, al no ser lo suficientemente analítico en la mayoría de los estudios, impide una cuantificación correcta de las inversiones y de los costos de operación originados para efectos de la administración del proyecto, una vez que este se implemente.

En varias oportunidades se ha insistido en la necesidad de simular el funcionamiento del proyecto para medir eficazmente los desembolsos que este generará. La proyección física de oficinas y su equipamiento a fin de calcular las inversiones en construcción y decoración, el nivel de los cargos ejecutivos para calcular el costo de las remuneraciones, y los procedimientos administrativos a fin de calcular el costo de los gastos indirectos, son algunas de las variables que se evaluarán en el proyecto.

El objetivo de este capítulo es presentar los criterios analíticos que permitan enfrentar de mejor manera el análisis de los aspectos organizacionales de un proyecto, los procedimientos administrativos y sus consecuencias económicas en los resultados de la evaluación.

10.1. El estudio de la organización del proyecto

El **estudio organizacional** de un proyecto debe considerar la definición de una serie de aspectos que tienen repercusión en su rentabilidad, por ejemplo, el nivel de participación de unidades externas, es decir, hasta qué punto debieran considerarse actividades desarrolladas por externos a través de la **tercerización o del *outsourcing***, como actividades de logística, servicios de seguridad, servicios de contabilidad, alimentación del personal, aseo, mantenimiento, etcétera. Como consecuencia de ello, se deberá definir entonces el tamaño de la estructura organizacional que tendrá el proyecto. Mientras más actividades se tercericen, menos complejo será el tamaño de la estructura organizacional.

Una vez definida la estructura correspondiente, deberá establecerse el grado de complejidad de las tareas que requieren desempeñarse en los diferentes cargos, competencias, experiencias, grado académico, localización y grado de responsabilidad, entre otros, con el objeto de establecer el **nivel de remuneraciones** asociadas a dichos cargos.

Como consecuencia de la definición del tamaño de la estructura organizacional, pueden definirse los **requerimientos de espacios físicos** para el personal, lo que repercutirá directamente en los costos de inversión en infraestructura, o bien, en el nivel de gastos en arriendo de instalaciones. Por cierto, el estudio organizacional no es responsable de cuantificar los costos de inversión asociados al requerimiento de dichos espacios, sino solo de definir los requerimientos, pues su cuantificación es parte del estudio técnico del proyecto.

El estudio organizacional incorpora también los costos de operación y de inversión en **tecnologías de información** (TI). La planificación de las necesidades de uso de sistemas informáticos y sus respectivos *software* constituyen un aspecto relevante por definir y cuantificar.

Finalmente, un aspecto importante que debe planificarse en el estudio organizacional se relaciona con la planificación de los **gastos de puesta en marcha** (GPM), o gastos asociados al *start up*, que corresponden a todos los desembolsos que deberán realizarse antes de la puesta en marcha del proyecto, como la constitución de la sociedad, los honorarios de abogados, viajes al

concepto clave

Gastos de puesta en marcha (o gastos asociados al *start up*): corresponden a todos los desembolsos que deberán realizarse antes de la puesta en marcha del proyecto.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

exterior para negociar una licencia internacional, gastos de contratación de empresas para el reclutamiento del personal, gastos derivados de las convocatorias para licitación, etcétera. Todos los gastos previos a la puesta en marcha no constituyen egresos de la operación que afecten el **estado de resultados** del proyecto; representan egresos derivados del proceso de inversión que conforman parte integral de la inversión en activos intangibles y que posteriormente deberán ser amortizados contablemente de manera análoga a la depreciación de los activos tangibles.

De esta manera, la determinación de los espacios físicos requeridos, el sistema de informática, las comunicaciones externas e internas, los servicios complementarios (casinos, salas cunas y otros), los perfiles de cargos, remuneraciones del personal administrativo y de servicios, el equipamiento y personal de apoyo a la administración, entre otros factores, son definidos en el estudio de los aspectos organizacionales.

En cada proyecto de inversión se presentan características específicas y normalmente únicas que obligan a definir todos los aspectos anteriores de acuerdo con los requerimientos propios que exija su ejecución. De ahí que la importancia y el grado de profundidad de este estudio son relativos. Cuando se trata de un proyecto en una empresa en marcha, como una ampliación de la capacidad instalada o el lanzamiento de un nuevo producto, es probable que este proyecto pueda ser administrado con la **estructura organizacional** y ***back office***[1] existentes, en cuyo caso el estudio organizacional incluso podría obviarse. Cabe señalar que lo anterior no solo involucra el recurso humano, sino además las tecnologías de información y sistemas. Una situación similar puede ocurrir cuando un proyecto no es intensivo en mano de obra y/o no requiere del desarrollo de sistemas específicos para su implementación, en cuyo caso el estudio organizacional específico pudiera ser poco relevante.

recuerde y reflexione

Los factores organizacionales más relevantes que deben tenerse en cuenta en la preparación del proyecto se agrupan en cinco áreas decisionales específicas: participación de unidades externas al proyecto, tamaño de la estructura organizativa, tecnología administrativa, complejidad de las tareas administrativas y planificación de los gastos de puesta en marcha.

El análisis de estos factores hará posible detectar con mayor precisión su efecto sobre las inversiones, especialmente en obras físicas, así como el equipamiento requerido para su operación. A lo largo del capítulo se analizará con mayor detalle los distintos aspectos a los cuales se ha hecho referencia.

concepto clave

Clientegrama: tendencia actual del diseño organizacional en la que el foco de la división organizacional se centra en áreas divididas por categoría de clientes (institucional, familiar, *retail* y mayoristas).

10.2. La estructura organizacional

La estructura organizacional se refiere a la forma de desarrollar las distintas actividades de la organización. Los departamentos o áreas de un proyecto se pueden estructurar por funciones, por producto, por mercado o matricialmente. Sin embargo, el comportamiento de la organización se basa en dos elementos que interactúan y retroalimentan: la estructura y la cultura, donde la estrategia competitiva desempeña un rol fundamental. Si por ejemplo, la estrategia competitiva se sustenta en un alto enfoque al cliente, entonces la estructura de la organización se define en función de las necesidades específicas de cada segmento.

recuerde y reflexione

La tendencia actual, sin embargo, es que el diseño organizacional se haga de acuerdo con la situación particular de cada proyecto. Hoy en día, el enfoque en el cliente se ha desarrollado a tal nivel que se habla de **clientegrama**, donde el foco de la división organizacional se centra en áreas divididas por categoría de clientes, por ejemplo: institucional, familiar, *retail* y mayoristas.

[1] Este concepto se refiere a la parte de las empresas donde se realizan las tareas destinadas a gestionar la propia empresa y con las cuales el cliente no necesita contacto directo. Por ejemplo, el departamento de informática y comunicaciones que hace que funcionen las computadoras, redes y comunicaciones; el departamento de recursos humanos, y el de contabilidad, por mencionar los más importantes.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Diversas teorías se han desarrollado para definir el diseño organizacional del proyecto. Nombres como Henry Fayol, Max Weber y Peter Drucker han formulado diversas teorías que ayudan a definir la estructura organizacional adecuada para un determinado proyecto.

Para alcanzar los objetivos propuestos por el proyecto, es preciso canalizar los esfuerzos y administrar los recursos disponibles de la manera más adecuada para dichos objetivos, cuya instrumentación se logra por medio del componente administrativo de la organización, el cual debe integrar tres variables básicas para su gestión: las unidades organizativas, los recursos humanos, materiales y financieros, y los planes de trabajo.

Todas las actividades que se requieran para la implementación y operación del proyecto deberán programarse, coordinarse y controlarse por alguna instancia que el estudio del proyecto debe prever. La estructura organizativa que se diseñe para asumir estas tareas tendrá relevancia no solo en términos de su adecuación para el logro de los objetivos previstos, sino también por sus repercusiones económicas en las inversiones iniciales y en los costos de operación del proyecto. Para garantizar que los resultados de la evaluación se basen en proyecciones realistas, deberán cuantificarse todos los elementos de costos que originen una estructura organizativa dada.

Las estructuras se refieren a las relaciones relativamente fijas que existen entre los puestos de una organización, y son el resultado de los procesos de división del trabajo, departamentalización, esferas de control y delegación. La **departamentalización** combina y agrupa los puestos individuales de especialización logrados por la **división del trabajo**. Este factor es determinante de la estructura organizativa de la empresa que crearía el proyecto y, por lo tanto, de la cuantía de las inversiones y de los costos asociados a él. Los tipos más comunes de departamentalización son por funciones, territorios, productos, clientes o mixtos. Todos ellos agrupan trabajos de acuerdo con algún elemento común.

La **esfera de control** determina el tamaño adecuado de unidades subordinadas a cargo de un supervisor en cada uno de los niveles de esa organización. Es importante, para ello, considerar bajo una esfera de control la similitud de funciones, la proximidad geográfica de los subordinados, la complejidad de las funciones y el grado de dirección y control requeridos por los subordinados.

conceptos claves

Departamentalización: combina y agrupa los puestos individuales de especialización logrados por la división del trabajo. Los tipos más comunes de departamentalización son por funciones, territorios, productos, clientes o mixtos.

Esfera de control: determina el tamaño adecuado de unidades subordinadas a cargo de un supervisor en cada uno de los niveles de esa organización.

recuerde y reflexione

Respecto de la **delegación**, se han propuesto algunas fórmulas para calcular la manera más adecuada de distribuir la autoridad y de descentralizar la toma de decisiones. Sin embargo, la situación particular de cada proyecto será la que en definitiva dé las pautas de acción.

La teoría administrativa ha desarrollado métodos de distinta complejidad para definir la estructura de una organización. No obstante, la apreciación personal del responsable final de la ejecución del proyecto, que difícilmente será quien realice el estudio previo, configurará la estructura definitiva. El estilo de dirección obliga a flexibilizar la estructura organizativa por constituir una variable contingente e incontrolable desde el punto de vista del proyecto. Donde más se manifiesta esta situación es en el ámbito de control de cada cargo, que determina la cantidad de unidades que dependen directamente de un cargo superior.

De lo anterior se deduce que difícilmente lo que pueda preverse en el nivel de estudio se ha de concretar en la implantación del proyecto. Sin embargo, existen normas y criterios que permiten una aproximación confiable a la composición de la estructura, basados en criterios de racionalización administrativa que contribuyen a la elaboración de flujos de caja más reales para la evaluación del proyecto.

Puesto que el objetivo de un estudio de proyectos es determinar la viabilidad de realizar una inversión, muchas veces no se justificará una exactitud exagerada en la determinación de la estructura y de sus costos. Sin embargo, deberán tomarse en consideración algunos elementos básicos que faciliten la aproximación de los resultados a los niveles que el proyecto justifique.

Aunque el resto del capítulo se dedica al análisis de estos aspectos, el estudio organizacional no debe tomarse como una unidad aislada de los otros estudios del proyecto; por el contrario,

www.fullengineeringbook.blogspot.com

sus resultados están íntimamente relacionados con aquellos que se originan en los otros estudios y, por lo tanto, deberá existir una realización coordinada y complementaria entre ellos, como se dejó de manifiesto en el capítulo 3.

10.3. Efectos económicos de las variables organizacionales

Durante la preparación del proyecto, el estudio de las **variables organizacionales** manifiesta su importancia en el hecho de que la estructura que se adopte para su implementación y operación está asociada a egresos de inversión y de costos de operación tales que pueden determinar la rentabilidad o no de la inversión.

El diseño de la estructura organizativa requiere fundamentalmente la definición de la naturaleza y del contenido de cada puesto de la organización. Al caracterizar así cada cargo de ella, podrá estimarse el costo en remuneraciones administrativas del proyecto. Para hacerlo será preciso diseñar las características del trabajo y las habilidades necesarias para asumir los deberes y las responsabilidades que le corresponden.

La organización que asuma el proyecto tiene una doble influencia económica en su evaluación: un efecto directo en las inversiones y en los costos que correspondan a un tamaño específico de operación, y un efecto indirecto en los costos de operación derivados de los procedimientos administrativos asociados a tamaño, tecnología y complejidad de la estructura organizativa diseñada.

El efecto sobre las inversiones se manifiesta por la necesidad de disponer tanto de una infraestructura física (oficinas, salas de espera, estacionamientos, etcétera), adecuada a los requerimientos del proyecto, como del equipamiento para su operación. La operatividad de la estructura, a su vez, implica la utilización de una serie de recursos, como mano de obra, materiales y otros. Todo esto también dependerá de las múltiples decisiones que se tomen en la etapa de preparación del estudio, que guardan relación con el carácter permanente o transitorio del proyecto, por ejemplo, o con el tipo de recursos, propios o externos, para su implementación.

El efecto indirecto se deriva de los costos de funcionamiento ocasionados por los procedimientos administrativos diseñados en función de la estructura organizativa previamente definida.

En cuanto al estudio de mercado, las conclusiones respecto de canales de distribución, fuerza de ventas o sucursales, entre otras, darán base a definiciones de carácter administrativo. Lo mismo sucede con las decisiones tomadas respecto de la localización del tamaño e incluso del costo de los procedimientos administrativos. Para buscar el grado óptimo, todas estas decisiones han debido considerar el efecto del costo de administración, y a su vez, las decisiones de carácter organizacional deben tomar como dato los resultados de los estudios de localización, tamaño, procedimiento administrativo, etcétera. Más que una relación secuencial, en la mayoría de los proyectos se presenta una relación de simultaneidad en las decisiones. Solo así podrá optimizarse el resultado global de la proyección.

Aparentemente, cuanto mayor sea la envergadura del proyecto, mayor será el tamaño de la estructura organizativa. Sin embargo, también aquí es posible apreciar la existencia de economías de escala, puesto que el número de personas encargadas de la administración crece en menor proporción que la organización.

El análisis organizacional deberá considerar la posibilidad de su estructura, diferente a la de operación definitiva para la implementación del proyecto. Al tener características disímiles, requerirán costos también distintos.

El tamaño del proyecto es el factor que aparentemente tiene mayor influencia en el diseño y tamaño de la estructura organizacional. Algunos estudios empíricos han demostrado que este factor está positivamente correlacionado con el número de niveles jerárquicos y divisiones funcionales de la organización. Sin embargo, aunque resulta obvio que estructuralmente los proyectos grandes serán más complejos que los pequeños, también existe una economía de escala que puede alcanzar en cierta magnitud.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Por otra parte, el tamaño de la estructura puede asociarse con la tecnología administrativa de los procedimientos incorporados al proyecto, de los cuales podrán derivarse los recursos humanos y materiales que se necesitarán en el desarrollo de las actividades relacionadas.

La complejidad de los procedimientos administrativos, y de la organización en sí, puede, en ciertos proyectos, convertirse en factor determinante para el diseño de la estructura organizativa. La diversidad de tareas tiende a incrementar las necesidades de comunicaciones verticales y exige una mayor extensión de las divisiones jerárquicas.

Aunque la estructura organizativa no puede diseñarse para que tenga permanencia en el tiempo, probablemente al preparar un proyecto el evaluador supondrá que se mantiene estable debido a la imposibilidad de proyectar sus cambios a futuro.[2] Sin embargo, la estructura deberá tener un grado de flexibilidad tal que permita su adecuación a las variaciones del medio.

10.4. Nivel o grado de participación de unidades externas

Como se indicó anteriormente, el nivel o grado de participación de unidades externas se refiere a la determinación de las actividades operativas susceptibles de ser desarrolladas por terceros.

La definición de la participación de **unidades externas (*outsourcing*)** permitirá definir los espacios físicos requeridos, una vez adoptada la decisión más convincente para el proyecto. En este sentido, resulta válido considerar que una opción de participantes externos podrá requerir menos inversiones, puesto que la tarea específica se entrega a un tercero, quien podrá disponer de sus propios espacios físicos. En determinados casos podrían externalizarse algunas labores, manteniéndose el desarrollo de ellas en las oficinas administrativas del proyecto y no fuera de él. Estos aspectos deberán considerarse al tomar la decisión más conveniente en cuanto a la participación de unidades externas.

Estos factores se encuentran relacionados entre sí, de manera tal que la decisión económica-estratégica que resulte del estudio de *outsourcing* administrativo podrá tener repercusiones directas e inmediatas en el tamaño de la estructura organizativa, en la tecnología y también en las características de las tareas administrativas que deberán llevarse a cabo. Todo lo anterior tiene su expresión en los costos operacionales de administración, los que deberán cuantificarse para ser incluidos en el flujo de fondos del proyecto.

Así como en el estudio técnico se planteaba el mecanismo de ordenación de la información requerida a través de cuadros que se denominaban balances, el mismo procedimiento podrá utilizarse para definir la alternativa de administración más conveniente, incorporando en esas opciones la mayor o menor participación de unidades externas.

Determinar con alguna precisión los desembolsos que requeriría cada alternativa constituye un análisis relevante en el estudio de los antecedentes económicos de los aspectos organizacionales.

Suponga que el proyecto requiere analizar la conveniencia económica de externalizar las actividades operacionales relacionadas con la logística. Para ello se deberá comparar el efecto económico derivado de tercerizar la operación *versus* desarrollarla internamente, para lo cual deberá construir los flujos de caja relevantes para ambas opciones, es decir, incorporando únicamente aquellos factores que inciden en la decisión de tercerizar la logística, como podría ser el siguiente caso:

[2] Una clara excepción lo constituye el caso de haber proyectado abarcar, en una segunda etapa, los mercados externos, por ejemplo. Para ser consecuentes con dicho cambio, deberán considerarse las inversiones y los costos ocasionados por la adición de las unidades administrativas de apoyo a la gestión exportadora que se inicia durante la operación del proyecto.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Cuadro 10.1.1

Evaluación de la internalización	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Remuneración chofer		(28 800)	(28 800)	(28 800)	(28 800)	(28 800)
Mantención vehículos		(1 000)	(3 500)	(5 000)	(8 000)	(10 000)
Seguros vehículos		(5 000)	(5 000)	(5 000)	(5 000)	(5 000)
Consumo combustible		(21 600)	(21 600)	(21 600)	(21 600)	(21 600)
Indemnizaciones						(12 000)
Depreciación vehículos		(10 000)	(10 000)	(10 000)	(10 000)	(10 000)
Resultado antes de impuestos		(66 400)	(68 900)	(70 400)	(73 400)	(87 400)
Ahorro tributario 17%		11 288	11 713	11 968	12 478	14 858
Resultado después de impuestos		(55 112)	(57 187)	(58 432)	(60 922)	(72 542)
Depreciación vehículos		10 000	10 000	10 000	10 000	10 000
Inversión vehículos	(50 000)			(50 000)		
Valor desecho vehículos				12 500		12 500
Flujo neto	**(50 000)**	**(45 112)**	**(47 187)**	**(85 932)**	**(50 922)**	**(50 042)**
VAC 13%	**(244 824)**					
Costo anual equivalente	**(69 607)**					

Cuadro 10.1.2

Evaluación de la externalización	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Costo del servicio		(72 000)	(72 000)	(72 000)	(72 000)	(72 000)
Resultado antes de impuestos		(72 000)	(72 000)	(72 000)	(72 000)	(72 000)
Ahorro tributario 17%		12 240	12 240	12 240	12 240	12 240
Resultado después de impuestos		(59 760)	(59 760)	(59 760)	(59 760)	(59 760)
Flujo neto	0	(59 760)	(59 760)	(59 760)	(59 760)	(59 760)
VAC 13%	(210 190)					
Costo anual equivalente	(59 760)					

Como puede observarse, se compara el valor actual de los costos internos con el costo externo para concluir que resulta más conveniente tercerizar la actividad que desarrollarla internamente, pues ello genera un diferencial de valor de $9 847 en valor presente. Una correcta evaluación de la decisión no solo debiera obedecer a parámetros económicos, sino también estratégicos. En efecto, la decisión de tercerizar una actividad genera una serie de consecuencias positivas pero también adversas.

Dentro de las ventajas de externalizar está la posibilidad de concentrar esfuerzos en el **negocio base** o ***core business***, lo que indirectamente puede llevar a una mejor administración, pues no se gastan horas en el desarrollo de actividades que no constituyen parte del negocio. Por otro lado, permite compartir el riesgo de la inversión inicial con el proveedor, lo que da más flexibilidad al proyecto a la vez que menores costos de salida en caso de disolución o readaptación del proyecto. Traspasar una actividad operacional a expertos, cuyo negocio *core* es justa-

www.fullengineeringbook.blogspot.com

mente la actividad que se está desarrollando, permite aumentar eficiencia al proyecto, por la eficiencia con la que el tercero desarrollará la actividad, o bien, por las economías de escala derivadas del tamaño del proveedor.

No obstante, también hay una serie de aspectos adversos como la pérdida de control sobre la actividad que se desea tercerizar. En efecto, externalizar una actividad operacional hace que la empresa que contrata el servicio se desprenda de toda responsabilidad en su ejecución, perdiendo experiencia y conocimiento, lo que puede repercutir en una dependencia de un tercero que termine con un poder negociador importante y en una amenaza para la empresa. Asimismo, al tercerizar una actividad automáticamente se genera una dependencia de las prioridades de la empresa que presta el servicio, lo que puede repercutir negativamente cuando se trata de un proyecto pequeño en comparación con otros clientes del proveedor, de mayor tamaño.

Otra desventaja es el traspaso de información al proveedor del servicio, quien conocerá los movimientos de la empresa, los volúmenes que maneja, los clientes, etcétera, lo que puede constituir una amenaza para el proyecto o empresa que está tercerizando. Por último, también hay un aspecto relacionado con los mayores costos de administración derivados de las actividades de control de la empresa prestadora del servicio; por lo tanto, la decisión de tercerizar una actividad no solo obedece a parámetros económicos, sino también estratégicos.

También pudiera darse el caso de que, por su dimensionamiento, el proyecto que se cree pueda prestar servicios a terceros. La mayoría de las veces, los proyectos no consideran la posibilidad de vender servicios de administración a terceros. En el caso de que ello fuera posible, podrían estudiarse los ingresos que tal venta generaría. En ciertas oportunidades, un mismo inversionista que dispone de varios proyectos en funcionamiento puede plantear que los servicios de contabilidad, cobranzas u otros serán atendidos por otra de sus empresas. En esta eventualidad, deberá considerarse un pago por el servicio en el flujo correspondiente para el proyecto en estudio. Y al revés, en el caso de que se venda el servicio correspondiente a otra de las empresas del inversionista, deberá considerarse en el flujo el ingreso que esa venta de servicios generaría.

Casi todos los proyectos de inversión presentan dos posibilidades de participación de entidades externas. La primera, que se presenta en la totalidad de los proyectos, se refiere a las relaciones con proveedores y clientes en general, y corresponde a las denominadas relaciones operativas, las cuales requerirán de una unidad específica que estará proyectada en función de los procedimientos de las unidades externas, más que de las internas. La segunda relación se refiere a decisiones internas que determinan la participación de entidades externas y, por lo tanto, la incorporación de unidades coordinadoras y fiscalizadoras en la estructura organizativa del proyecto; normalmente se manifiestan en forma de auditorías externas, contratistas de obras, servicios contables, desarrollo y manutención de sistemas de información, y otras que permiten operar con una estructura fija menor.

10.5. Inversiones organizacionales

El cálculo de las **inversiones derivadas de la organización** se basa directamente en los resultados de la estructura organizativa diseñada. Su dimensión y la definición de las funciones que le corresponderán a cada unidad tendrán efectos sobre las inversiones en obra física, equipamiento y capital de trabajo.

La cuantificación de estas inversiones no será responsabilidad del estudio organizacional. No es lógico que especialistas en administración tomen decisiones sobre las características físicas de las edificaciones para la operación administrativa, sin tener la base técnica que garantice las decisiones apropiadas. Por ello, solo deberán proporcionar la información para que los encargados del estudio técnico puedan efectuar los cálculos necesarios.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

concepto clave

Programa de recinto: consiste en una primera aproximación de la cantidad y el tamaño de las oficinas, así como de las necesidades de instalaciones anexas.

Los antecedentes proporcionados por el análisis de la estructura organizacional de la empresa que generaría el proyecto permiten definir un **programa de recinto**, que consiste en una primera aproximación de la cantidad y el tamaño de las oficinas, así como de las necesidades de instalaciones anexas.

El análisis de los espacios físicos para las unidades de carácter administrativo del proyecto requiere antecedentes respecto al flujo de movimiento de personal, atención de clientes y proveedores, número de funcionarios por oficina, bodegas de materiales y repuestos de equipos de oficina, sistema interno de comunicaciones y flujo de información, archivo y frecuencia de uso de la información, locales de venta, entre otros. Incluso, un estudio sobre la imagen corporativa del negocio permitirá disponer de antecedentes sobre el tipo de solución estética que se necesita, tanto en el diseño exterior de los edificios como en el equipamiento interior.

La inversión en obra física será distinta para un mismo proyecto si el edificio de las oficinas administrativas y gerenciales se construye, compra o arrienda. En el primer caso, la inversión se derivará del costo del terreno y de la edificación, datos que pueden obtenerse cotizando con empresas constructoras; si se compra la edificación, se obtendrá el costo de adquisición más los de remodelación y acondicionamiento; si se arrienda, solo se considerará el acondicionamiento y otros gastos de iniciación.

Al igual que en el estudio técnico, el organizacional debe proveer información respecto de inversiones que deberán realizarse durante la ejecución del proyecto, o con fines de mantenimiento o ampliación de la estructura inicial.

recuerde y reflexione

El acondicionamiento de las oficinas tampoco puede improvisarse. Las condiciones ambientales no son las mismas para todas las unidades de la organización. Mientras que en las oficinas que reciben y atienden clientes y público en general prima una norma estética, en las restantes se responde a una norma y a un criterio de funcionalidad. Todo esto, que puede preverse con aproximada certeza, debe necesariamente incorporarse en el estudio organizacional para dar mayor exactitud a la cuantificación de las inversiones del proyecto.

El **equipamiento de las oficinas** también se basa en los criterios señalados, aunque en gran parte es determinado por las variables de funcionalidad operativa de los procedimientos administrativos que realice cada unidad de la estructura organizativa.

El cálculo de la inversión en equipos debe determinar las reinversiones que se prevean en equipos de oficinas. Para esto, la variable técnica deja de ser la más relevante, puesto que al tratarse de criterios estéticos, el reemplazo se hará probablemente antes de la obsolescencia técnica o del deterioro de los muebles y equipos.

Un cuadro similar al de balance de equipos de fábrica facilita el traspaso de la información económica que provee el estudio organizacional a los estados financieros para la evaluación del proyecto. La única diferencia se presenta en el cálculo de la vida útil que, como se mencionó en el párrafo anterior, no siempre depende de criterios técnicos.

recuerde y reflexione

Otras inversiones, como vehículos para el personal ejecutivo, gastos de organización y puesta en marcha, sistemas de comunicaciones y de procesamiento de datos, también deben considerarse en el estudio organizacional.

10.6. Costos derivados de las remuneraciones

La mayor parte de los costos de operación que se deducen del análisis organizacional provienen del estudio de los procedimientos administrativos definidos para el proyecto.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Sin embargo, existen diversos costos en la operación del proyecto determinados por la estructura organizativa en sí. Básicamente, son los relacionados con **remuneraciones del personal** ejecutivo, administrativo y de servicio.

Uno de los costos de operación relacionado más directamente con la estructura organizativa es la remuneración de su personal, aunque en otros casos puede ser el arriendo o las comunicaciones, lo que dependerá de la naturaleza del proyecto.

El diseño de la estructura es el resultado de un proceso analítico que divide el área de actividades de acuerdo con diferentes criterios establecidos, que se basan, entre otras cosas, en los procedimientos administrativos, en el ámbito de control, en la complejidad de las actividades, etcétera.

Esta misma información sirve para identificar las principales funciones que corresponderán a cada unidad de la organización y, por lo tanto, permitirá caracterizar el perfil del profesional a cargo de cada tarea específica. Esta caracterización hará posible determinar los requisitos de cada cargo y asignar una renta equivalente a las responsabilidades, funciones que le correspondan y experiencia deseada.

La determinación de la remuneración demanda una investigación preliminar para definir las rentas de mercado de esos profesionales y su disponibilidad o escasez, para estimar la remuneración que haga posible atraerlos al proyecto. En este sentido, la definición de la estructura de remuneraciones cobra especial importancia para la evaluación del proyecto. Con el propósito de generar alineamiento en la consecución de los objetivos planteados, deberá definirse la estructura de remuneraciones fija y variable. Por cierto, dependiendo del cargo, podrán definirse distintos mecanismos de incentivos. Por ejemplo, los de la fuerza de ventas pueden determinarse como un porcentaje de la facturación, y los de la gerencia, por la utilidad operacional neta generada.

La localización geográfica del proyecto influye directamente sobre el costo de las remuneraciones, cualquiera que sea el nivel que ocupen en la organización. En este sentido, la disponibilidad o escasez de personal en la región y los posibles incentivos no monetarios que deban implementarse para asegurar la cantidad de profesionales requeridos se convierten en factores necesarios de estudio.

El análisis de la remuneración obligará a considerar como costos separados aquel que recibe finalmente el profesional y aquel que debe pagar el proyecto (que incluye leyes sociales, impuestos, cuotas de administradoras de fondos de pensiones, seguros de salud y de desempleo, etcétera). Asimismo, no deben obviarse aquellos costos indirectos derivados de beneficios sociales, servicios de bienestar, etcétera.

10.7. Costos derivados de las tecnologías de información (TI)

Las **tecnologías de información** desempeñan un rol muy importante en la mayoría de las organizaciones y proyectos. Sin embargo, si se trata de un emprendimiento pequeño, como la creación de una panadería, su uso podría ser menos intensivo. La gran capacidad que tienen las computadoras actuales para almacenar, procesar y distribuir datos las convierte en elementos fundamentales en la gestión de cualquier tipo de negocio. Sin embargo, no puede suponerse que la tecnología resolverá los problemas automáticamente. La estrategia de tecnología de información (TI) tiene que estar subordinada a la estrategia organizacional, la cual debe estar diseñada en función de los objetivos organizacionales.

Por ello, para implementar un determinado sistema de tecnología de información debe realizarse previamente un análisis de lo que realmente se necesita para facilitar la consecución de los objetivos estratégicos; de lo contrario, fácilmente puede obtenerse un fracaso organizacional.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Las estrategias tecnológicas deben obedecer a una lógica basada en el conocimiento del proyecto y de su entorno. Actualmente, se ha generado un cambio fundamental en la naturaleza y aplicación de la tecnología en los negocios; ya no solo se percibe como una herramienta de control, sino también como un mecanismo facilitador de la venta, como el desarrollo de aplicaciones para usuarios en *smartphones*, o el de plataformas de interacción con los clientes para la realización de sus órdenes de compra, generación de la trazabilidad física de sus productos, o bien, para conocer en tiempo real el estado de fabricación de una determinada mercancía.

Todas estas aplicaciones requieren, en primera instancia, de una planificación estratégica del alcance de la tecnología para cada uno de los distintos *stakeholders*: usuarios, trabajadores, proveedores, clientes y fiscalizadores, y por supuesto el diseño de sistemas que permitan controlar la correcta administración de la compañía a través de la medición de **KPI**.[3] Como consecuencia de ello, se requiere de la planificación del diseño de *software* y *hardware* que permita le generación de la interacción deseada con su respectivo nivel de compatibilidad, confiabilidad y seguridad. Ello puede derivar en importantes niveles de inversión para el desarrollo de *software* específicos, o bien, para la personalización de ciertos software de gestión, como **SAP**.[4] Junto con ello, también se encuentra el pago de licencias por uso de *software*, que en algunos casos puede representar costos importantes del proyecto.

10.8. Planificación de los gastos de puesta en marcha

Como se indicó anteriormente, los gastos de **puesta en marcha** constituyen el conjunto de gastos que deberán realizarse en la etapa de inversión, es decir, el conjunto de desembolsos necesarios para transformar la idea de proyecto en un proyecto real, por sobre las inversiones en activos tangibles. La ejecución de un proyecto conlleva necesariamente la planificación del **EPCM** (por sus siglas en inglés: *Engineering, Procurement, Construction and Management,* es decir, ingeniería, adquisiciones, construcción y administración).

Si bien es cierto que la planificación del EPCM es una tarea relacionada con la administración de la implementación del proyecto, para efectos de evaluación económica deberán estimarse los gastos asociados a dicho proceso como parte de las inversiones necesarias para llevar a cabo el proyecto. Por ejemplo, gastos derivados de viajes para la obtención de una licencia, capacitación del personal, arriendo de las oficinas mientras dure la etapa de implementación, reclutamiento anticipado, capacitación de dicho personal, contratación de servicios legales, obtención de permisos, gastos de representación, constitución de sociedad, etcétera, conforman en gran medida los gastos de puesta en marcha (GPM).

Los GPM no son gastos de la operación del negocio que afecten el **estado de resultados**; corresponden a parte de las inversiones necesarias para la implementación del proyecto, las que se denominan **inversiones intangibles o nominales** sujetas a amortización, es decir, pueden deducirse de la **base imponible** o estado de resultados antes de impuestos corporativos, tal como ocurre con la depreciación de activos tangibles.

10.9. Otros costos organizacionales

Otros costos que eventualmente podrían tener una alta influencia en los resultados del proyecto y que se derivan del estudio organizacional son todos aquellos originados por servicios prestados por terceros. Los más importantes son, entre otros: pago de arriendos, gastos de mantenimiento del equipo de oficinas, suscripciones, licencias por el uso de *software*, seguros, gastos de telefonía móvil y red fija, conexión a internet, *web hosting*, electricidad, comisiones, viáticos, patentes y permisos de circulación.

Los diferentes procedimientos que puedan definirse para apoyar el sistema de administración de la empresa que generaría la implementación del proyecto involucran costos de operación

[3] Key Performance Indicator, indicadores de gestión diseñados específicamente para controlar el desempeño de variables críticas de un negocio.

[4] Systeme, Anwendungen und Produkte: sistemas, aplicaciones y productos. Conjunto de aplicaciones de software para soluciones integradas de negocios.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

e inversiones en montos que pueden ser importantes para su ejecución, aunque algunos especialistas estiman que los procedimientos administrativos deben calcularse como un porcentaje dado del costo total del proyecto, lo que se presume que cualquier alternativa de procedimiento administrativo que se adopte en la implementación del proyecto tendrá un costo similar, en términos relativos, al de cada proyecto. De aquí que sólo se recomienda en los niveles de perfil o prefactibilidad.

La aseveración anterior —comúnmente aceptada en los procesos evaluativos— puede contener distorsiones de magnitud significativa. El avance de la tecnología aplicable a la organización empresarial ha tenido en el último tiempo un desarrollo sostenido. Los procedimientos cambian según el avance del desarrollo científico y tecnológico, lo que influye de manera sustantiva en los sistemas administrativos, lo que viene a reforzar la idea de que la inversión en tecnología debe considerar además un plan de Capex que permita su permanencia en el tiempo. Mientras mayor sea el nivel de obsolescencia tecnológica, menores serán los intervalos en que deberá considerarse una reposición del activo.

En otros casos, la tarea empírica que deberá emprenderse en torno a los procedimientos administrativos se verá enfrentada al análisis cualitativo y cuantitativo de opciones distintas, que, aun cumpliendo con los objetivos propuestos, puede arrojar claramente costos distintos. La rigurosidad de la simulación en el funcionamiento del proyecto obliga a estudiar, en muchos casos, las distintas alternativas de solución al problema administrativo, obteniendo las informaciones disponibles que permitan efectuar un enfoque analítico riguroso que entregue estimaciones cuantitativas de las diversas opciones que se hayan seleccionado.

10.10. La importancia de los sistemas y procedimientos administrativos en la preparación y evaluación de proyectos

Los **procedimientos administrativos** pueden condicionar de manera importante el proyecto. Un ejemplo puede ser la construcción de un edificio, en el cual el preparador y evaluador establece procedimientos administrativos que pueden significar que la construcción del inmueble se entregue a un contratista por medio de una propuesta pública de construcción. La empresa constructora asume la responsabilidad total de entregar el edificio terminado y funcionando. Por otra parte, se establece que la publicidad para la venta la realice una agencia seleccionada por medio de procedimientos que deben establecerse. La agencia de publicidad asume la responsabilidad total de la promoción de la venta del edificio.

También podría haberse convenido por contrato la venta total del inmueble mediante uno o más corredores de propiedades, a quienes se les entrega toda la responsabilidad de mostrar el edificio, cerrar el negocio, proceder a la formalización de las escrituras de compraventa, percibir el valor que se paga al contado, tramitar el crédito bancario si lo hubiera, etcétera. Igualmente, podría haberse determinado económicamente la conveniencia de tener una empresa de arquitectura que asuma la responsabilidad de la confección de los planos y la supervisión permanente del proceso constructivo. Algo similar podría suceder con una oficina de abogados a la cual pudo habérsele entregado la plena responsabilidad de preparar todos los contratos que fueran necesarios para la ejecución de las tareas que se han mencionado, como también la preparación de los contratos de compraventa de oficinas, bodegas, departamentos, locales comerciales y estacionamientos de que disponga el edificio.

Lo anterior podría haber tenido una dinámica diferente. Así, podría haberse optado por un procedimiento administrativo que hubiera significado que la organización empresarial encargada de la ejecución del proyecto asumiera directamente parte o la totalidad de las funciones que podrían haberse entregado a terceros. Al proceder así, se está suponiendo que la administración del proyecto requerirá una organización diseñada para hacer frente a las tareas que conllevan los procedimientos administrativos seleccionados. De esta manera, podría haberse optado por efectuar las adquisiciones de materiales por cuenta propia, contratar al personal y seleccionarlo con todas las connotaciones administrativas que ello significa, contratar a sueldo

www.fullengineeringbook.blogspot.com

a uno o más arquitectos que serán los responsables de la obra, a un ingeniero, a un abogado, y así sucesivamente.

Todos los procedimientos indicados en los párrafos anteriores obligan a establecer una estructura administrativa que sea capaz de resolver eficientemente la multitud de problemas que esa organización conlleva. Del mismo modo, deberá estudiarse el costo de los sistemas de gestión de bodegas, cobranzas, facturación, etcétera.

10.11. Impacto de un proyecto sobre la estructura administrativa existente

En muchos proyectos que se evalúan en empresas en funcionamiento se genera un problema de los **costos directos** *versus* los **costos asignados** a la estructura administrativa, lo que lleva a identificar, en la mayoría de los casos, una distorsión de los **costos reales** para emprender un proyecto.

Cuando se evalúa, por ejemplo, un proyecto de ampliación, deberán considerarse los cambios en la estructura de costos de la administración central de la empresa. Será fundamental, en estos casos, hacer el máximo de claridad sobre los costos, inversiones y beneficios del resto de la empresa que son modificados por el proyecto a fin de evaluar su conveniencia sobre bases incrementales atribuibles a la inversión, independientemente de que una asignación contable pudiera atribuirle costos adicionales. Es el caso, por ejemplo, de la reasignación de costos fijos entre las unidades producidas con el proyecto de ampliación, en circunstancias en las que muchos de esos gastos no variarán, como pudiera ser el caso de los sueldos de gerencia, contabilidad, sistemas de información, etcétera. De ahí la importancia de efectuar una evaluación desde el punto de vista de los costos relevantes ya explicados.

Más complejo es el caso de ciertos beneficios que un proyecto genera indirectamente a la empresa y que no son atribuibles a él en su totalidad en el momento de su evaluación; por ejemplo, cuando una ampliación hace posible cambiar el sistema de abastecimiento de oficinas para aprovechar economías de escala que solo son posibles de lograr en el caso de aceptarse el proyecto, o cuando la compra de mayores equipos computacionales derivados del proyecto hace más conveniente cambiar el sistema de mantenimiento de esos equipos para toda la empresa.

El mismo efecto puede producirse a la inversa; es decir, que el proyecto impacte negativamente sobre la estructura de costos de administración de la empresa; por ejemplo, cuando se tiene a tres profesionales en el área de recursos humanos para atender a 240 funcionarios y el proyecto obliga a contratar a uno más al aumentar la dotación de personal en solo 30 funcionarios, el costo total del profesional adicional debe ser asignado al proyecto.

Los cambios en las escalas de producción hacen apreciar variaciones no proporcionales en la estructura de costos de administración, al igual que la externalización de procesos que se hacía en la empresa puede reducir parte de la supervisión y el control administrativo de personal, o como cualquier reemplazo de tecnología, internalización de procesos o abandono de líneas de producción puede tener efectos positivos o negativos sobre los costos, los beneficios y las inversiones que deben considerarse en las áreas administrativas de la empresa.

Resumen

Los efectos económicos de la estructura organizativa se manifiestan tanto en las inversiones como en los costos de operación del proyecto.

Toda estructura puede definirse en términos de tamaño, tecnología administrativa y complejidad de la operación. Conociendo dicha situación, podrán estimarse la dimensión física necesaria para la operación, las necesidades de equipamiento de las oficinas, las características del recurso humano que desempeñará las funciones y los requerimientos de materiales, entre otras cosas. La cuantificación de estos elementos en términos monetarios y su proyección en el tiempo son los objetivos que busca el estudio organizacional.

Muchas decisiones que pueden preverse condicionarán la operatividad del sistema y, por lo tanto, también la estructura organizativa del proyecto; por ejemplo, la decisión de comprar, construir o arrendar las oficinas, o la de contratar servicios de entidades externas para

www.fullengineeringbook.blogspot.com

desarrollar algunas de las funciones definidas para la ejecución del proyecto.

Dado que cada proyecto presenta características propias y normalmente únicas, es imprescindible definir una estructura organizativa acorde con su situación particular, además de con todos los otros aspectos mencionados.

Cualquiera que sea la estructura definida, los efectos económicos derivados de ella pueden agruparse en diferentes costos de inversión y costos de operación. Los primeros se determinarán por el tamaño de la infraestructura física requerida para las oficinas, salas de espera, etcétera, y por los requerimientos de equipamiento, como el mobiliario, las máquinas de escribir y elementos similares. Los costos de operación, por su parte, dependerán de los procedimientos administrativos y de la tecnología administrativa, así como de la estructura de remuneraciones, entre otros aspectos.

Los factores organizacionales más relevantes que deben tenerse en consideración en la preparación del proyecto se agrupan en cinco categorías específicas: participación de unidades externas al proyecto, tamaño de la estructura organizativa, tecnología administrativa, complejidad de las tareas administrativas con el correspondiente efecto en la estructura de remuneraciones y planificación de los gastos de puesta en marcha.

La forma que adopte la estructura organizativa determinará en gran parte la cuantía de las inversiones del proyecto, ya que su dimensión y la definición de las funciones que le corresponderán a cada unidad son la base para definir las características de la obra física, el equipamiento de oficinas e incluso una parte del capital de trabajo.

Los sistemas de información, las tecnologías asociadas a ellos, la contabilidad, la administración de personal, las investigaciones relativas al producto, el transporte y otros aspectos administrativos deberán estudiarse exhaustivamente con el fin de determinar si se realizan en el interior de la unidad empresarial o si son susceptibles de contratarse con terceros. En cada caso se deberá efectuar una correcta evaluación de las variables económicas y estratégicas más importantes que pueden significar la adopción de la alternativa con mayores ventajas.

Preguntas y problemas

1. Indique los principales aspectos que deben incorporarse en un estudio organizacional para un nuevo proyecto.
2. Indique en qué casos el estudio organizacional puede considerarse de baja relevancia y en cuáles casos no.
3. Explique cómo abordar los gastos de puesta en marcha en la construcción de un flujo de caja de un proyecto.
4. Señale, a su juicio, las razones por las cuales no es aconsejable calcular el costo administrativo como un porcentaje del costo total.
5. Señale la interrelación existente entre los estudios del proyecto y los procedimientos administrativos.
6. Explique las razones que deben considerarse al adoptar procedimientos administrativos internos para el proyecto.
7. ¿En qué circunstancias podría ser aconsejable disponer de una unidad empresarial autosuficiente en los procedimientos administrativos?
8. Señale los factores que deben tenerse en cuenta para valorar adecuadamente las ventajas que representa una determinada opción en los procedimientos administrativos que se utilizarán en un proyecto de inversión.
9. ¿De qué modo el análisis organizacional afecta al monto de la inversión inicial?
10. ¿Cuál es el costo de operación que se relaciona más directamente con la estructura organizativa? ¿Qué elementos deben tenerse en cuenta para calcularlo?
11. Señale al menos ocho de los principales resultados que se obtienen del estudio organizacional de un proyecto.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

12. En el estudio de un proyecto se encuentran las siguientes alternativas para el equipamiento de las oficinas administrativas de la empresa que se crearía con su implementación.

    a) La compra de equipos muy tecnificados, de alta inversión y bajo costo de operación.
    b) La compra de equipos más simples, pero que necesitan una mayor dotación de personal.

    La primera alternativa requiere una inversión inicial de $80 000 000, gastos de mantenimiento por $6 000 000 anuales, personal por $12 000 000 y gastos de operación por $4 000 000. Los equipos tienen una vida útil de 10 años, al cabo de los cuales se estima que tendrán un valor de rescate de $7 000 000.

    La segunda alternativa requiere una inversión de $40 000 000. Sus gastos de mantenimiento anuales se estiman en $4 500 000, las remuneraciones del personal en $18 000 000 y los gastos de operación en $4 000 000. Sin embargo, será necesario arrendar más oficinas para instalar al personal, por un costo de $12 000 000 anuales, e incurrir en otros gastos de oficina por $3 000 000.

    Si el costo de los recursos fuese de 12%, ¿qué alternativa recomendaría? ¿De qué otra manera puede llegar a una solución?

Comente las siguientes afirmaciones:

a) La estructura organizativa de un proyecto puede definirse sin considerar las características propias de este, especialmente si el estudio se hace en el nivel de prefactibilidad.
b) Una vez definida la estructura organizacional óptima, esta debe mantenerse durante toda la vida del proyecto.
c) Un cambio en los procedimientos administrativos determinados para un proyecto obliga a variar la estructura organizacional definida y, en consecuencia, los niveles de inversión y costos de operación.
d) Contrariamente al estudio técnico, que puede definir alternativas tecnológicas diferentes a distintos periodos de la vida útil de un proyecto, el estudio organizacional define una estructura óptima que debe mantenerse durante toda la vida útil del proyecto.
e) Dada la menor importancia relativa de la cuantía de las inversiones y de los costos derivados de los aspectos organizacionales de un proyecto, en relación con los de producción, es recomendable recurrir a estándares generales para el cálculo de estos, puesto que la mayoría de las veces el costo de la mejor información no es compensado por el beneficio de la mayor precisión.
f) Al igual que para el estudio técnico, siempre debe estudiarse el tamaño óptimo de la organización de un proyecto.
g) La determinación de las inversiones y de los gastos de operación que se incorporan en el flujo del proyecto como resultado del estudio de organización se basan en los antecedentes que proporcionan los estudios de mercado y técnico, obteniéndose de ellos la información relevante que permitirá identificarlos y cuantificarlos.
h) La mejor manera de simplificar el estudio de organización es mediante la determinación de un porcentaje en relación con los desembolsos estimados para el proceso productivo. Así, a mayor magnitud de ventas y producción, necesariamente los gastos de administración del proyecto aumentan de manera proporcional.
i) La localización administrativa no tiene mayor incidencia en los flujos, puesto que lo más importante a considerar son los ingresos y costos asociados al proceso productivo.
j) El tratamiento en los flujos de los aspectos administrativos difiere del de los aspectos técnicos, ya que en los primeros destacan los conceptos de activos nominales, y en los segundos, los activos fijos.
k) El estudio de mercado no tiene mayor incidencia en el estudio organizacional, puesto que este último tiene como finalidad determinar los costos de inversiones asociados a la estructura organizativa, fueran cuales fuesen los resultados del estudio de mercado.
l) La externalización de tareas administrativas siempre será conveniente para el proyecto, ya que le permitirá al gerente dedicar su tiempo al giro principal del mismo.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

m) La participación de unidades externas en el desarrollo de tareas administrativas constituye un peligro evidente para la empresa en virtud del traspaso de información que ello representa.
n) En la determinación de la tecnología administrativa que deberá utilizarse en un proyecto, el análisis deberá sustentarse en las inversiones y en los costos operacionales que cada una de ellas genera.
o) En el estudio de organización deberán incluirse solo costos de inversiones asociados a la mejor opción de administración.

Bibliografía

Chiavenato, I., *Introducción a la teoría general de la administración*, McGraw-Hill, 2006.

Daft, R. L., *Organization Theory and Design*, South-Western Cengage Learning, 2009.

Hall, Richard., *Organizaciones: estructura y proceso*, Madrid, Prentice-Hall, 1996.

Herrscher, E. G., *Introducción a la administración de empresas: guía para exploradores de la complejidad organizativa*, Ediciones Granica, 2000.

Hitt, M. A., M. Hitt, R. D. Ireland, R. E. Hoskisson, *Administración estratégica: conceptos, competitividad y globalización*, International Thomson, 1999.

Lorange, P., *Corporate Planning: An Executive Viewpoint*, BiblioBazaar, 2011.

Robbins, S. P., M. Coulter, *Administración*, Prentice Hall, 2005.

Treviño, J. G. G., M. A. R. Olvera, *Administración contemporánea*, McGraw-Hill, 2000.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Capítulo 11

Antecedentes económicos del estudio legal

El ordenamiento jurídico de cada país, fijado por su constitución política, sus leyes, reglamentos, decretos y costumbres, entre otros elementos, determina diversas condiciones que se traducen en normas permisivas o prohibitivas que pueden afectar directa o indirectamente el flujo de caja que se elabora para el proyecto que se evalúa.

El análisis de los aspectos legales en la etapa de estudio de su **viabilidad económica** no debe confundirse con la **viabilidad legal**. Mientras esta busca principalmente determinar la existencia de alguna restricción legal a la realización de una inversión en un proyecto como el que se evalúa, el estudio de los aspectos legales en la viabilidad económica pretende determinar cómo afecta la normatividad vigente la cuantía de los beneficios y costos de un proyecto que ya demostró su viabilidad legal. Por lo tanto, esta etapa busca justamente determinar los efectos económicos derivados de los aspectos legales y regulatorios en un determinado proyecto.

En este capítulo se presentan distintos criterios y variables que deberán tenerse en cuenta al formular un proyecto a fin de enfrentar de manera adecuada los aspectos legales y sus implicaciones en su rentabilidad.

11.1. La importancia del marco legal

La actividad empresarial y los proyectos que de ella se derivan se encuentran incorporados a un determinado ordenamiento jurídico que regula el **marco legal** en el cual los agentes económicos se desenvolverán.

> El estudio de viabilidad de un proyecto de inversión debe asignar especial importancia al análisis y conocimiento del cuerpo normativo que regirá la acción del proyecto, tanto en su etapa de origen como en la de su implementación y posterior operación.

recuerde y reflexione

Ningún proyecto, por muy rentable que sea, podrá llevarse a cabo si no se encuadra en el marco legal de referencia, en el que se encuentran incorporadas las disposiciones particulares que establecen lo que legalmente está aceptado por la sociedad, es decir, lo que se manda, prohíbe o permite.

Solo un análisis acabado del marco legal particular de cada proyecto que se evalúa posibilitará calificarlo correctamente para lograr, en su formulación, la optimación de los resultados de una inversión. Al implementarse el proyecto, además de insertarse como una **organización social** y económica más del país, se constituye en un ente jurídico en el que se entrelazan contactos laborales, comerciales y otros que, al concurrir simultánea y sucesivamente, generan las relaciones económicas que producen las pérdidas y las utilidades de un negocio. De ahí que en la empresa y en todo proyecto se observe un amplio universo legal de derechos y obligaciones provenientes tanto de la ley como de los contratos que se suscriban.

Un correcto análisis de este aspecto necesariamente debe incorporar un estudio del **entorno legal interno** y otro del **entorno legal externo**, es decir, de los efectos económicos derivados de

conceptos claves

Entorno legal interno: los efectos económicos derivados de las relaciones con los diferentes agentes directos del proyecto, como sus trabajadores, proveedores y clientes.

Entorno legal externo: los efectos económicos derivados de las normativas externas, que son denominadores comunes para todos los operadores de la industria, como normas ambientales, tributarias, sanitarias, etcétera.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

las relaciones con los diferentes agentes directos del proyecto, como es el caso de sus trabajadores, proveedores y clientes, así como también de los efectos económicos derivados de las normativas externas, que son denominadores comunes para todos los operadores de la industria, como es el caso de normas ambientales, tributarias, sanitarias, etcétera.

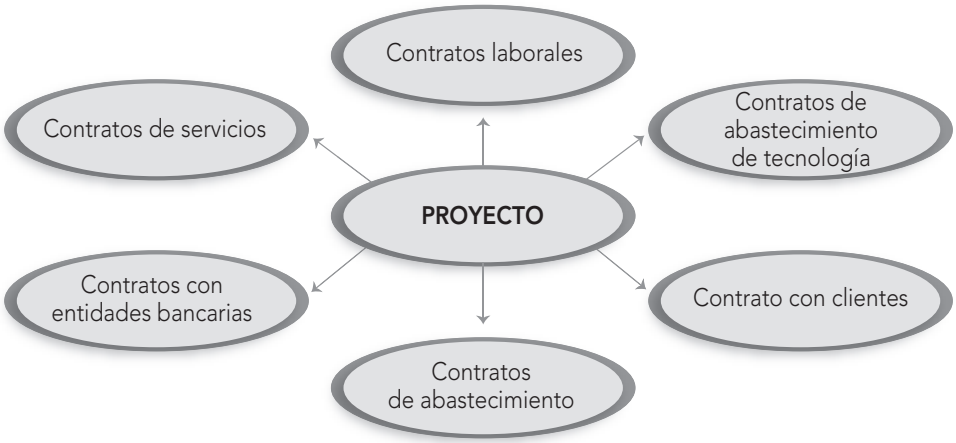


Figura 11.1 Diagrama entorno legal interno.

Como se observa en la figura 11.1, un proyecto puede dar origen a diversas relaciones legales internas cuyos efectos económicos deberían ser considerados en la evaluación de un proyecto como es el caso de los contratos laborales, de abastecimiento tecnológico, con entidades bancarias, con proveedores, con clientes y prestadores de servicio. En otro ámbito, están las relaciones legales externas, referidas al marco regulatorio imperante en un determinado país o región, cuyas repercusiones económicas pueden ser de una magnitud considerable, como es el caso de la regulación tributaria laboral, ambiental, financiera y las regulaciones asociadas con la organización de los mercados y libre competencia, tal como se ilustra en la figura 11.2.

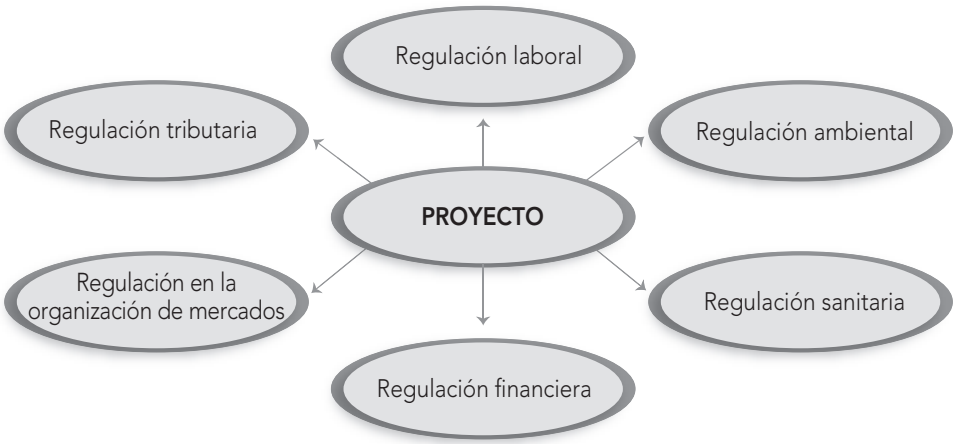


Figura 11.2 Entornos legales.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

El conocimiento de la **legislación** aplicable a la actividad económica y comercial resulta fundamental para la preparación eficaz de los proyectos, no solo por las inferencias económicas que pueden derivarse del análisis jurídico, sino también por la necesidad de conocer las disposiciones legales a fin de incorporar los elementos administrativos, con sus correspondientes costos, que posibiliten que el desarrollo del proyecto se desenvuelva fluida y oportunamente.

Lo anterior es aún más importante cuando se considera que la legislación de cada país es distinta; por esta razón, en proyectos que pretenden exportar o que necesitan importar insumos se requiere conocer las implicaciones económicas, principalmente tributarias, que esto conlleva. Una situación similar se observa en los proyectos cuya inversión se hará en otro país, del cual, por lo menos, deberá estudiarse la legislación concerniente a los retornos de inversión extranjera.

En proyectos multinacionales, la legislación tributaria puede implicar costos de operación diferentes, que es necesario considerar en la construcción de los flujos de caja que posibilitarán la evaluación de cada uno de ellos. Por ejemplo, a principios de 1994, en Bolivia las empresas debían pagar impuestos al patrimonio y no a las utilidades, mientras que en Chile estas pagaban, inversamente, impuestos a las utilidades pero no al patrimonio. Por otra parte, en el mismo periodo, en Perú las empresas debían pagar ambos impuestos. Lo anterior deja manifiesta la necesidad de estudiar la situación legal particular de cada país, región o comuna donde el proyecto tendrá alguna participación.

En Estados Unidos, por ejemplo, se han dictado diversas leyes en relación con el monopolio, con el fin de buscar, mediante su propio sistema jurídico, un marco eficaz y auténtico (que surge de la comunidad y de sus valores) que permita funcionar libremente al mercado. En 1914 se aprobó la **Ley Clayton**, complementando la **Ley Sherman**,[1] que llegaba hasta prohibir la compra de una empresa por otra del mismo giro si ello pudiese hacer disminuir sustancialmente la competencia. En ese mismo año se creó la Comisión Federal de Comercio, destinada a pronunciarse jurisdiccionalmente sobre los "métodos injustos de competencia". Esta comisión tiene, además, la función de controlar la publicidad distorsionadora y la mala representación de los productos. Ambas, leyes aún siguen vigentes, no obstante, están en un proceso de actualización en la medida que vayan ocurriendo distintos eventos. Generalmente una situación de crisis viene acompañada de alguna propuesta o modificación regulatoria.

Las leyes que regulan la conducta de los agentes económicos establecen principios generales de acción, válidos para todas las actividades comerciales, y están contenidos desde en los códigos generales de comercio hasta en los cuerpos normativos particulares que, incluso, alcanzan niveles de reglamentos.

11.2. Principales consideraciones económicas del estudio legal

El estudio de un proyecto permite definir una multiplicidad de hechos que pueden tener incidencia en los flujos de caja. Por ejemplo, si se ha optado por una determinada alternativa tecnológica que requiere un **contrato** bajo pedido para su confección, ese contrato conlleva un **estudio legal** y, por lo tanto, desembolsos monetarios que será necesario cuantificar. Por ejemplo, una empresa productora de energía con base en carbón estima conveniente generar dicha energía mediante gas natural, que debe trasladar a lo largo de 400 kilómetros por medio de un gasoducto construido por una empresa externa. Seguramente, los contratos representarán un costo que es necesario incluir para asegurar una correcta coordinación entre la empresa que vende el gas con la que lo traslada y con la generadora de electricidad. Cualquier descoordinación entre ellas puede significar que, habiéndose efectuado cuantiosas inversiones, los equipos no lleguen a operar en el tiempo previsto debido a fallas o incumplimientos de terceros.

[1] La ley Sherman nace en respuesta a la formación de grupos económicos y a la creciente concentración de la industria, estableciendo la ilicitud de cualquier trato que entrañe o tenga como consecuencia la limitación al libre comercio.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Otro tanto puede ocurrir con la orden de pedido que se efectuó a la empresa ganadora de la propuesta para la construcción de las nuevas unidades de ciclo combinado a gas. Los contratos que deberán suscribirse entre las empresas participantes resultan ser extremadamente complejos y laboriosos. En ellos, las multas por atrasos o incumplimientos estarán vinculados con los daños económicos que generaría tal situación en los flujos. Estos montos deberán calcularse acuciosamente con el fin de entregar a los expertos legales elementos de juicio económico que permitan contemplar estos hechos en los contratos. Obviamente, tanto las dificultades que pueden generarse como las complejidades que conlleva una negociación de esta envergadura obligan a considerar desembolsos hacia las oficinas de los abogados participantes, que deberán incorporarse a los flujos.

recuerde y reflexione

De esta manera, deberán analizarse los diversos aspectos que puedan significar desembolsos como consecuencia de la necesaria participación de expertos legales en la confección de contratos, escrituras, gastos notariales y otros costos pertinentes vinculados con los aspectos legales. Por consiguiente, el estudio legal por lo menos debe reconocer cuáles son las distintas partidas y cláusulas que generan implicaciones económicas en cada uno de los contratos que se originarán como consecuencia de la implementación del proyecto.

Son muchos los efectos económicos que tendrá el estudio legal sobre el flujo de caja. Desde la primera actividad que tendrá que realizarse si el proyecto es aprobado —la constitución legal de la empresa— hasta su implementación y posterior operación, el proyecto enfrentará un marco legal particular para la actividad que desarrollará la empresa, el cual influirá directamente sobre la proyección de sus costos y beneficios.

Por ejemplo, respecto del estudio de mercado, es posible identificar costos en permisos de viabilidad y sanitarios para el transporte del producto, así como costos especiales en el transporte de algunos productos que pueden tener exigencias particulares para un embalaje de seguridad, o tratamientos fitosanitarios especiales exigidos en algunos países para el transporte de productos alimenticios. Otro caso, el de muchos proyectos inmobiliarios, es la elaboración de un número importante de contratos, cuyo costo debe incorporarse en la formulación. En proyectos con operaciones de compra o venta con el extranjero, deberán estudiarse las disposiciones que regulan las operaciones de comercio exterior.

En los estudios de localización, por ejemplo, los costos más frecuentes asociados con aspectos legales son la contratación de los análisis de posesión y vigencia de los títulos de dominio de los bienes raíces que podrían adquirirse, los gravámenes que pudieran afectar los terrenos (impuesto predial), los pagos de contribución territorial y las exenciones que podrían favorecerle, las inversiones para reducir la contaminación ambiental en zonas urbanas donde se regule la emisión de partículas contaminantes y el gasto en reposición de vehículos de transporte colectivo donde se regule su antigüedad.

También puede incurrirse en gastos notariales, de transferencia e inscripción en el organismo encargado de registrar bienes raíces, o en el pago de estudios de situación de los terrenos adyacentes para establecer la posible existencia de derechos que puedan tener los propietarios vecinos y que puedan afectar los costos del proyecto; por ejemplo, los relacionados con la demarcación de límites o con los derechos de agua. En proyectos de construcción de represas para centrales hidroeléctricas, será necesario cuantificar, entre otros, costos de creación de servidumbres de terrenos vecinos; la inversión en movimientos de tierra y construcción de caminos que deben pasar por terrenos privados, así como los de manutención para su uso; los desembolsos para la compensación por inundación de terrenos y los pagos contractuales por el uso de aguas sobre las cuales podrían existir derechos de terceros.

Por otra parte, en el estudio técnico es posible distinguir algunos costos que se derivan de los aspectos legales relacionados, por ejemplo, con la compra de marcas, licencias o patentes; el pago de los aranceles y los permisos para la importación de maquinaria; los gastos derivados de los contratos de trabajo y finiquitos laborales; la inversión en implementos para la seguridad industrial que posibiliten dar cumplimiento a las normas fijadas para tales efectos, etcétera.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Quizá los efectos económicos de los aspectos legales que más frecuentemente se consideran en la viabilidad de un proyecto son los que tienen relación con el tema tributario, como los impuestos a la renta y al patrimonio, los gastos previsionales y de salud o el impuesto al valor agregado (IVA), que ya se analizó en el capítulo 6 de este libro.

A lo largo del estudio del proyecto se ha podido determinar una serie de circunstancias legales que pueden tener efectos económicos sobre este. Dichas circunstancias tienen relación principalmente con los siguientes aspectos:

- Exigencias ambientales
- Exigencias sanitarias
- Exigencias de seguridad laboral
- Leyes y normas laborales
- Leyes y normas tributarias

Todo proyecto debe cumplir con las exigencias y normativas que conforman el ordenamiento jurídico y social. El estudio de estas exigencias conlleva necesariamente identificar inversiones y costos que podrían afectar el flujo de caja. Hoy en día, cada vez con más insistencia, la sociedad intenta que los proyectos, además de entregar los bienes y servicios que ella requiere, se hagan cumpliendo con las exigencias, leyes, normas y reglamentos que la propia sociedad ha generado con miras a que el desarrollo económico sea sustentable, respetando el derecho de los demás a vivir en armonía con el **medio ambiente** y con el resto de la comunidad.

Los **tratados de libre comercio**, que gozan de una creciente aceptación como instrumentos de promoción del desarrollo entre las naciones, han traído aparejado el análisis y estudio de normas y procedimientos que tienden a su uniformidad, de tal manera que los bienes y servicios que se transen en los mercados libres de arancel se hayan producido respetando las exigencias y las normas a que se ha hecho mención.

Por otra parte, cada vez es más común que las empresas se sometan a las **normas ISO** (9000 y 14000), las cuales intentan, precisamente, que los bienes que se transen en los mercados de libre comercio dispongan de las certificaciones de calidad que garanticen el cumplimiento de dichas exigencias. Las certificaciones son efectuadas por empresas independientes, especializadas en este tema.

El desarrollo de las normas ISO tiende a ser aceptado universalmente, lo cual puede constatarse en el hecho de que una gran cantidad de países se incorporan al sistema para asegurar a los consumidores de todo el mundo que mediante su opción de compra están promoviendo la adquisición de bienes que respetan el medio ambiente y un **desarrollo económico sustentable**.

Los proyectos deben considerar estas exigencias, de tal manera que los flujos pertinentes incorporen las inversiones y los costos operacionales que les permiten acceder a los mercados habiendo cumplido con ellas.

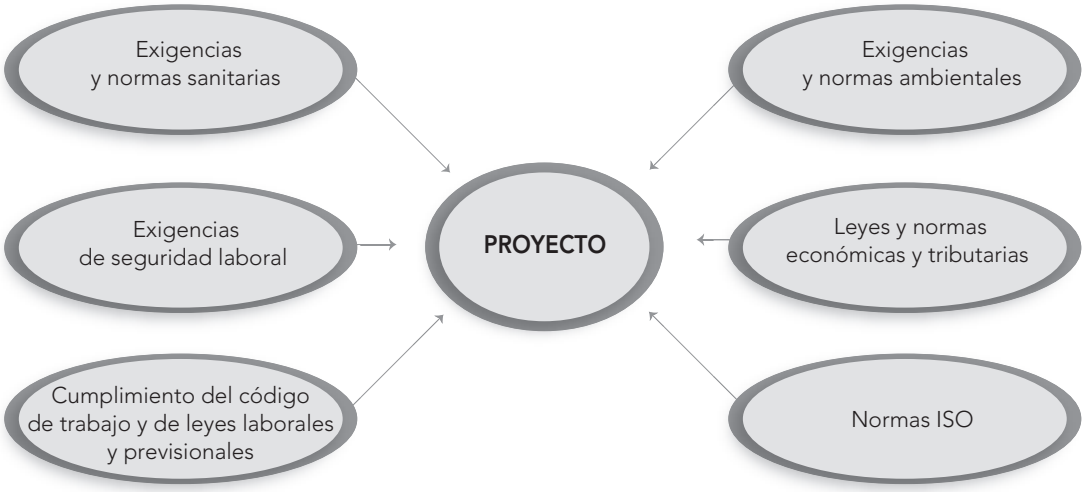


Figura 11.3 Efectos económicos del estudio legal.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

11.3. Algunos efectos económicos del estudio legal

Muchos son los aspectos de carácter legal que pueden influir en los flujos del proyecto y que, por lo tanto, afectan su rentabilidad. De las investigaciones efectuadas en los diversos estudios que se han presentado en este texto, se desprenden algunos efectos de carácter legal a los que puede dárseles una expresión matemática. El preparador y evaluador de proyectos deberá poner atención especial a ellos con el fin de estudiar y cuantificar su impacto económico en los flujos.

Antes de presentar un listado de aquellos aspectos más relevantes de carácter legal que pueden tener incidencia económica en los flujos del proyecto, resulta necesario profundizar en los estudios previos a la realización del proyecto, los cuales es imprescindible llevar a cabo, precisamente por el hecho de que las disposiciones normativas así lo exigen. Un ejemplo de la aseveración anterior lo constituye el **estudio de impacto ambiental** al que se ha hecho referencia en el capítulo 9 de este libro.

En un proyecto de construcción de una planta desalinizadora de agua en el océano Pacífico, en pleno desierto de Atacama en el norte de Chile, de acuerdo con las normas legales vigentes la autoridad marítima exigió que, antes de iniciarse los trabajos respectivos, debía entregarse un estudio de impacto ambiental, en el cual se garantizara que el desecho de salmuera que se produciría al separar la sal del agua y que se botaría al mar no generaría efectos negativos en la flora y fauna marítimas. Como se sabe, el mar Muerto, en el Medio Oriente, lleva ese nombre precisamente por el hecho de que el exceso de sal impide la existencia de vida en esas aguas.

Cuando conoció esta exigencia, el inversionista señaló que ese problema estaba técnicamente resuelto y que en las 117 plantas desalinizadoras que ellos habían instalado en el mundo entero, no se presentó problema alguno en el medio ambiente, dado que el proceso industrial y la tecnología que se utilizaría en el proyecto contaba con un emisario que se introducía a una cierta cantidad de metros en el mar para botar el desecho en pequeñas dosis a lo largo de una gran extensión.

En ese momento aún no se había concluido el estudio del proyecto y, por consiguiente, no se sabía si la planta desalinizadora resultaría rentable o no. Lo que sí se sabía era que la legalidad vigente exigía la presentación de un estudio de impacto ambiental a la autoridad, en el cual se demostrara que el proyecto no generaría externalidades negativas, y que si las generara, se establecerían las distintas acciones de mitigación ambiental que neutralizaran el efecto ambiental, acciones que podrían generar consecuencias en los costos de inversión y de operación del proyecto, por lo que, aunque el problema estuviese técnicamente resuelto a juicio del inversionista, el estudio tenía que efectuarse de todas maneras debido al imperativo legal que así lo exigía.

Lo anterior hizo que el equipo investigador del proyecto indagara el costo que significaría entregar a la autoridad el estudio de impacto ambiental exigido. Para determinar dicho valor, consultó con diferentes empresas especializadas, registradas en un rol bajo la tuición estatal.

Por lo tanto, en el flujo del proyecto se consignó el costo del estudio como un desembolso que el proyecto resultara rentable y se llevara a cabo. Si el resultado hubiese indicado que este no generaba la rentabilidad deseada, no sería necesario efectuar el estudio de impacto ambiental.

Muchos ejemplos similares al anterior podrían darse en torno a los desembolsos que deberían efectuarse tanto en los estudios exigidos como en las inversiones y los costos operacionales que representan el cumplimiento de los aspectos legales en los flujos del proyecto.

Un resumen de estos efectos podría concentrarse en los siguientes factores globales:

- Regulación de tarifas en proyectos con participación privada en servicios públicos, como transporte, carreteras, agua, electricidad, etcétera
- Ordenanzas de construcción
- Planes reguladores
- Honorarios profesionales a oficinas de abogados por las acciones jurídicas derivadas del proyecto, como contratos por tecnología bajo pedido y otros
- Renovación de equipos por antigüedad de acuerdo con las normas legales vigentes
- Derechos de agua
- Concesiones

www.fullengineeringbook.blogspot.com

- Constitución de sociedades y sus exigencias
- Auditorías externas de acuerdo con la normativa vigente
- Políticas de depreciación y amortizaciones de acuerdo con la normativa tributaria
- Pagos de patentes
- Costos de permisos viales, de construcción, sanitarios y otros
- Estudio de títulos
- Inscripción de bienes raíces
- Contratos de subcontratación
- Contratos de trabajo
- Costos provisionales
- Exigencias de seguridad industrial
- Otras exigencias vinculadas con el factor laboral (guarderías infantiles, permisos, vacaciones progresivas, indemnizaciones y otros)
- Aranceles
- Impuestos a las empresas y sus opciones tributarias

11.4. El ordenamiento jurídico de la organización social

El **ordenamiento jurídico** de la **organización social**, expresado mayoritariamente en la Constitución política de cada país, preceptúa normas que condicionan la estructura operacional de los proyectos y que obligan al evaluador a buscar la optimización de la inversión dentro de las restricciones legales que a veces contravienen la maximización de la rentabilidad.

Usualmente, dichas normas se referirán al dominio, uso y goce de ciertos bienes que, por su naturaleza estratégica, su valor intrínseco, su escasez u otra razón, se reservan al Estado. En ocasiones, su explotación se comparte con los particulares, y a veces solo con los nacionales del país, de acuerdo con el régimen de concesión (calidad que autoriza la operación en modalidades de permisos y tolerancias de distinta apertura y responsabilidad). Incluso, algunos proyectos nacidos de una decisión gubernamental pueden estar impedidos de implementarse debido a las disposiciones establecidas en la Constitución.

concepto clave

Ordenamiento jurídico de la organización social: se encarga de preceptuar normas que condicionan la estructura operacional de los proyectos y obligan al evaluador a buscar la optimización de la inversión dentro de las restricciones legales que a veces contravienen la maximización de la rentabilidad.

Proyectos como carreteras, aeropuertos, puertos y en general proyectos de infraestructura operan bajo esta modalidad, es decir, el Estado aporta el terreno o área de concesión y las instalaciones ya existentes, si corresponde, y el operador, generalmente seleccionado mediante un proceso de licitación, construye las nuevas instalaciones, las opera y las transfiere al Estado luego de un determinado periodo de concesión. Por ello a este tipo de proyectos se les denomina **concesiones BOT**, por sus siglas en inglés, *build, operate and transfer,* es decir, construir, operar y transferir.

Por otra parte, la normativa legal de los actos comerciales se regula por **códigos de comercio** que incorporan toda la experiencia legal mercantil, y aun la costumbre comercial. Los códigos de comercio entregan normativas relacionadas con comisiones, consignaciones, créditos, etcétera, lo que afecta directamente en los requerimientos de capital de trabajo, costos de operación y costos asociados al financiamiento repercutiendo directamente en la rentabilidad esperada de un proyecto. Asimismo, la situación laboral que afectará los contratos de los trabajadores (que puede ser determinante en los costos por considerar en la construcción de los flujos de caja del proyecto) se encuentra regida por disposiciones expresas del **código del trabajo**.

Sin perjuicio de la existencia de un marco normativo legal de carácter general, pueden existir normas y **leyes regionales, sectoriales o municipales**, como las que establecen regulaciones y franquicias en zonas francas. Cualquier proyecto que opere en el marco normativo de esas zonas tendrá que considerar variables distintas a las que se aplicarían en cualquier otra localidad del país.

En muchas legislaciones se restringe, entre otras, la actividad bancaria, aseguradora o comercial. También existen restricciones para actividades vinculadas con el juego de azar y la creación de canales de televisión, entre muchas otras.

La forma legal de constitución de la empresa que se crearía si se aprueba el proyecto tiene relación directa con el marco específico que lo norma tanto en lo legal, tributario y administrativo, como en las formas de fiscalización.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Por ejemplo, una sociedad de personas, como una compañía de responsabilidad limitada, inicialmente puede estar gravada como persona jurídica y posteriormente el ingreso personal de los dueños puede quedar afecto al impuesto a la renta y global complementario.

Al evaluar un proyecto, deben considerarse solo los tributos directos de la empresa y no los del inversionista, porque en la evaluación se busca medir la rentabilidad de la inversión más que la rentabilidad del inversionista. Y aunque este último fuese el caso, el análisis de la situación tributaria particular de cada uno de los socios en el negocio es complejo, más aun cuando existen países donde la tasa de impuestos aumenta por tramos de ingreso de las personas.

11.5. Constitución de la sociedad

Los costos derivados de la constitución de una sociedad son necesarios de considerar en la evaluación, particularmente cuando se trata de proyectos nuevos, ya que si el emprendimiento es realizado por una empresa establecida, el proyecto operará bajo la organización existente, a menos que lo lleve a cabo bajo una nueva empresa relacionada.

Cualquiera sea el caso, se deberán efectuar al menos ocho pasos, los que por cierto pueden diferir según la legislación particular de cada país. En general se deberá inicialmente seleccionar el tipo de sociedad con la que se va a operar de acuerdo a las características del proyecto, confeccionar el borrador de escritura y extracto, obtener el otorgamiento de la escritura pública y legalización del mismo, publicar dicho extracto de constitución en el diario oficial, inscribir dicho documento en el conservador de bienes raíces, inscribir la sociedad en el servicio de impuestos internos o similar, efectuar el timbraje de los documentos tributarios y finalmente solicitar la patente municipal o permiso para operar. Cada etapa tiene tiempos y costos diferentes.

Cabe señalar, que la totalidad de gastos derivados de este proceso, constituyen parte de los gastos de puesta en marcha de un proyecto, también denominados activos nominales, los cuales son susceptibles de amortizar, al igual como ocurre con la depreciación de activos tangibles.

Por otra parte debe considerarse que las Sociedades Anónimas abiertas, cuyas acciones podrían ser transadas en bolsa, debería incorporar los aspectos legales que de ellas se derivan y que afectan a los flujos como son las dietas de los directores, la obligatoriedad del pago a auditores externos y otras obligaciones derivadas en el ordenamiento jurídico de cada país.

a) Selección del tipo de sociedad

Existen diversas formas de constituir organizaciones: Responsabilidad Limitada, Sociedades Anónimas y las Empresas Individuales de Responsabilidad Limitada, las que básicamente difieren en el número y responsabilidad de los socios, procedimientos derivados de los cambios societarios y disolución de la misma, por nombrar los más relevantes.

b) Borrador de escritura y extracto

Definido el tipo de sociedad, se debe redactar el borrador de la constitución de la escritura pública de la misma, donde se indica quiénes son los socios, el tipo de sociedad, la razón social, el nombre de fantasía con que eventualmente se va a operar, el rubro y giro de la sociedad, domicilio, poderes de administración, aportes de capital, por nombrar los más relevantes. Para efectos de evaluación del proyecto, esta etapa debe considerar los costos en honorarios profesionales de la oficina de abogados.

c) Otorgamiento de la escritura pública y legalización del extracto

Una vez confeccionado y firmado el borrador y el extracto, éste se envía a una notaría donde se certifica la fecha del instrumento y se verifica que las partes sean las que dicen ser. Para

www.fullengineeringbook.blogspot.com

efectos de evaluación se debe cuantificar el costo que este trámite significa, el cual difiere según el tipo de sociedad y el capital declarado, entre otros aspectos.

d) Publicación del extracto en el diario oficial

En caso que corresponda, una vez timbrados los documentos en notaría, se debe publicar en el diario oficial el extracto de la constitución de sociedad, cuyo costo deberá también considerarse dentro de la evaluación del proyecto. Antiguamente en Chile se cobraba por publicar independientemente del tamaño y capital de la sociedad, hoy se determina en función del capital inicial declarado.

e) Inscripción en el conservador de bienes raíces

Conjuntamente con el envío del extracto al diario oficial, éste deberá inscribirse en el Conservador de Bienes Raíces (CBR). Los costos asociados a dicha inscripción generalmente están en función del capital declarado. Particularmente en Chile se cobra un porcentaje del capital de la sociedad.

f) Inscripción en el Servicio de Impuestos Internos

Con la publicación del extracto de la sociedad y la inscripción en el CBR, se debe inscribir la sociedad en el Servicio de Impuestos Internos o su similar, para obtener el número de contribuyente jurídico, en Chile denominado Rol Único Tributario (RUT) y la declaración de iniciación de actividades. Particularmente en Chile, este trámite es gratuito, no obstante, es posible que en otros países generen costos necesarios de considerar y cuantificar.

g) Timbraje de documentos tributarios

Es posible que la autoridad tributaria requiera efectuar una visita en terreno para autorizar este proceso, como antiguamente se hacía en Chile, sin embargo, actualmente el timbraje de documentos tributarios como boletas, guías de despacho, facturas y otros, se realiza conjuntamente con la inscripción de la sociedad en el SII u organismo competente. Al igual que para el anterior, este trámite es gratuito, sin embargo, en otros países pueden haber costos que serían necesarios de considerar y cuantificar en la evaluación.

h) Solicitud de Patente Municipal

Finalmente, el representante legal de la sociedad deberá acudir al municipio o ayuntamiento respectivo, para solicitar la patente comercial o permiso de funcionamiento correspondiente. Antiguamente en Chile funcionarios de la institución debían visitar las instalaciones de la empresa antes de otorgar la patente correspondiente; sin embargo, actualmente se otorga una patente provisional pudiendo la empresa comenzar a operar de manera inmediata. Este trámite, al menos en Chile, no genera costos inmediatos, sin embargo, en función del capital declarado, se calcula el valor de una cuota semestral, la que constituirá parte de los gastos administrativos del proyecto.

Un proceso similar se lleva a cabo en Perú. Inicialmente se debe confeccionar una Minuta de Constitución para que una notaría lo transforme en escritura pública. Una vez confeccionado este documento, los socios deberán inscribir la sociedad para su registro público en la Oficina Registral competente. Posteriormente se inscribe la sociedad en la SUNAT (Superintendencia Nacional de Administración Tributaria) para obtener el Registro Único de Contribuyente RUC. Luego se solicita la autorización de planillas de pago de sueldos de los trabajadores y se realiza la inscripción de los mismos en ESSALUD. Paralelamente se tramita la Licencia Municipal de Funcionamiento en el distrito correspondiente y finalmente se solicita la legalización de los libros contables antes del inicio de las actividades.

En Colombia, previo a la realización de la escritura social, se debe verificar la disponibilidad del nombre en la Cámara de Comercio. Una vez que se tiene certeza de la disponibilidad, se debe constituir escritura pública en la notaría, siempre y cuando tenga más de diez trabajadores, en caso contrario se permite utilizar documento privado entre los socios denominado

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Minuta de Constitución de la Sociedad. Cualquiera sea el caso, posteriormente se deberá tramitar el Formulario de Registro y Matrícula junto al Anexo de solicitud del NIT (Número de Identificación Tributaria) ante la DIAN que corresponde a la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales para finalmente cancelar el Valor de Registro y Matrícula. Finalmente, se debe solicitar el Registro de Industria y Comercio, el Registro de Uso de Suelo y Condiciones Sanitarias y de Seguridad en la Secretaría de Hacienda de la Alcaldía.

El desarrollo de plataformas informáticas impulsadas por los diversos organismos competentes en cada país, ha permitido acortar los tiempos de tramitación, así como también disminuir sus costos. La búsqueda de mayores niveles de competitividad, ha impulsado iniciativas que facilitan los procesos de constitución de una sociedad en diversos países, particularmente si se trata de proyectos de menor escala, por lo tanto, para efectos de evaluación, se deberá analizar la situación particular atingente al momento de constituir la sociedad.

Los códigos de comercio entregan normativas relacionadas con comisiones, consignaciones, créditos, intereses, compra-venta mercantil, cartas de crédito, etcétera, lo que afecta directamente en los requerimientos de capital de trabajo, costos de operación y costos asociados con el financiamiento, repercutiendo en la rentabilidad esperada de un proyecto.

Ejemplo

Incidencia de los resultados de la preparación del proyecto en los aspectos legales

Dos empresas deciden evaluar conjuntamente sendos proyectos que resultan absolutamente complementarios entre sí. El proyecto de la primera empresa consiste en la construcción de un gasoducto, cuyo recorrido de más de 1 000 kilómetros abastecería los requerimientos de gas natural para tres grandes centrales de ciclo combinado que construiría la segunda empresa.

La empresa propietaria del gasoducto establece que para lograr la rentabilidad de 14% exigida por los inversionistas, la dueña de las unidades de ciclo combinado —que transformarían el gas en electricidad— deberá cancelar un determinado precio, el cual sería revisado cada año mediante un procedimiento de cálculo que permitirá mantener la rentabilidad exigida en el tiempo.

Por su parte, la empresa generadora concluyó en su estudio de preinversión que el precio exigido por el transporte del gas le permitía llevar adelante su proyecto, el cual generaría una tasa interna de retorno de 17.2 porciento.

En vista de que ambas empresas estaban resueltas a llevar adelante sus respectivos proyectos —en consideración a los resultados económicos previstos para ellos—, los directorios de una y otra solicitaron que se entregara un informe legal acerca de los alcances económicos que significarían posibles incumplimientos por imprevistos que pudieran ocurrir en uno u otro proyecto.

El directorio de la empresa que construiría el gasoducto plantea que el contrato respectivo debería reconocer dos aspectos clave: que el precio acordado debería cancelarse bajo cualquier circunstancia, es decir, que si por alguna razón no llegara gas, o que si el que se transportara no copara la capacidad acordada, el monto por pagar debería mantenerse de todas maneras. El otro aspecto fundamental que debería considerarse en el contrato es que si al construir el gasoducto cumplen con los plazos de término del proyecto y, por lo tanto, están en condiciones de entregar el gas a las tres unidades de ciclo combinado, y estas no se encuentran totalmente construidas o alguna de ellas no está en condiciones de operar, el precio por el transporte deberá pagarse de todas maneras. El directorio indica otros aspectos que le interesaría que se incluyeran en el contrato, aunque los dos más importantes son los señalados anteriormente.

Los abogados encargados de redactar el contrato respectivo confeccionan un primer documento que incorpora con exactitud las inquietudes del directorio y así se lo hacen llegar a la empresa que construiría las unidades generadoras.

Estas, al recibir el borrador del contrato, efectúan el análisis respectivo y concluyen que en términos generales los puntos de vista que allí se señalan son razonables, ya que recogen los planteamientos de las conversaciones previas, una vez hecha la consideración de que el gasoducto solo se construiría para ellos, sin tener ninguna otra posibilidad de satisfacer requerimientos de terceros. Sin embargo, el directorio estima que el contrato también debería considerar lo que eventualmente ocurriría si la empresa constructora del gasoducto no llegara a tiempo y las tres unidades de ciclo combinado, ya listas para funcionar, no pudieran hacerlo porque no llega el gas como consecuencia del atraso en la construcción del gasoducto.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

De acuerdo con las inquietudes del directorio, la carta de respuesta al borrador del contrato plantea con claridad este punto fundamental, más otras inquietudes de menor importancia.

Cuando el gerente del gasoducto conoce la respuesta de la empresa generadora, señala a su directorio que le parece razonable la inquietud de esta, y que para compensar el posible daño que ello le significaría, podría ofrecérsele la cancelación de los intereses bancarios que, según sus informaciones, podrían ser de 4.75% anual, tasa que ha ofrecido en un crédito a largo plazo el grupo de bancos que financiarían la operación de compra de las tres unidades.

Tomando en consideración estos antecedentes, se instruye a los abogados con el fin de que comuniquen esta oferta a la generadora.

Una vez recibida y analizada la propuesta por el directorio de la empresa de los ciclos combinados, se concluye que la oferta de pago de los intereses resulta claramente insuficiente. Uno de los directores expresa con vehemencia que la empresa no lleva a cabo sus proyectos para pagar los intereses a los bancos y que si él dio su aprobación a los proyectos, fue considerando que los flujos de las unidades de ciclo combinado rentaban satisfactoriamente al ser descontados a la tasa corporativa de 13.5 por ciento.

Los demás directores señalan su acuerdo con este planteamiento y así se lo comunican a sus abogados con el fin de que estos den a conocer que el planteamiento del gasoducto no satisface los intereses de la generadora.

Recibida esta comunicación, es llevada al directorio con el fin de evaluar su contenido. Una vez hecho el estudio, el directorio acepta considerar como compensación la tasa de rentabilidad corporativa, por lo que indica su acuerdo de subir su oferta inicial de 4.75% a 13.5%. El directorio pide a los abogados que pongan especial énfasis en que la propuesta inicial de 4.75% se ha incrementado en cerca de 200% para llegar a 13.5% que ofrecen en esta oportunidad.

Recibida la nueva propuesta por parte del directorio de la generadora, se inicia un intercambio de opiniones en relación con ella, y se llega a la conclusión de que la nueva oferta, reconociendo que mejora sustancialmente la anterior, tampoco resulta satisfactoria, puesto que si bien es cierto que respeta la tasa corporativa, el proyecto se aprobó tomando en consideración que los flujos proyectados generaban un VAN (valor actual neto) positivo y que la tasa interna de retorno fuera de 17.2%. Asimismo, el directorio señala que el gasoducto percibirá la tasa exigida por ellos, sin mayor riesgo, ya que a través del precio se le garantiza su rentabilidad en cualquier evento.

El directorio acuerda, además, que la carta de respuesta debe hacer énfasis en que el nivel de riesgo de uno y otro proyecto es absolutamente distinto, ya que, al asegurar el precio, en todo caso el gasoducto tiene cubierto el factor riesgo, pero si la generadora no recibe el gas requerido, de todas maneras deberá cumplir con sus contratos de venta de electricidad, pudiendo incurrir en costos muy elevados, además de verse en la necesidad de dejar sin operar las tres unidades de ciclo combinado, con todos los efectos económicos que ello conllevaría.

Este ejemplo ficticio muestra claramente cómo los aspectos económicos y los resultados de la investigación en la aplicación de las técnicas de preparación y evaluación de proyectos deben primar en el momento de estudiar los alcances legales durante el estudio de un proyecto. Dicho de otra manera, todos los contratos que se efectúen deben tomar debida consideración de los alcances económicos que significan las relaciones entre las partes involucradas en cualquier proyecto.

Resumen

El estudio legal puede influir fuertemente tanto en los resultados de la rentabilidad económica de un proyecto de inversión como en su forma de organización y en su operación futura. Toda actividad empresarial, y los proyectos que de ella se originan, se encuentra incorporada en un régimen legal que regula los derechos y deberes de los diferentes agentes económicos que en ella intervienen. El estudio legal de la viabilidad económica recoge información económica derivada del marco normativo. Por ello, no debe confundirse con la viabilidad legal, que busca determinar la existencia de restricciones legales o reglamentarias que impidan implementar u operar el proyecto que se evalúa. Este análisis debe realizarse bajo dos enfoques, uno interno y otro externo. El primero tiene relación con los efectos económicos derivados del marco regulatorio en las relaciones directas de la empresa o proyecto con cada uno de sus *stakeholders*: trabajadores, proveedores de servicios, proveedores de tecnología, clientes, canales de distribución, intermediadores, etcétera. En cambio, el segundo la tiene con el marco regulato-

www.fullengineeringbook.blogspot.com

rio general de la industria, como es el caso de regulaciones tributarias, sanitarias, ambientales, financieras y aquellas asociadas a la organización de mercados, como barreras a la concentración, ventas atadas u otras.

Al formular un proyecto, es preciso identificar clara y completamente las principales normas que inciden sobre los resultados económicos de la inversión. Aunque generalmente el evaluador incorpora en su trabajo los principales aspectos económicos que se derivan de la legislación tributaria, no siempre aborda con el detenimiento adecuado el resto de las implicaciones económicas de la legislación, como aquellas que condicionan los actos de comercio, la localización de la empresa, las relaciones laborales y los derechos de propiedad, entre muchos otros.

La existencia de normas de carácter general se complementa muchas veces con legislaciones específicas de tipo regional. La posibilidad de identificar todas las implicaciones económicas de la legislación guarda directa relación con la capacidad de conocer el marco normativo general y particular del proyecto.

Lo anterior —junto con la incorporación, en la evaluación del proyecto, de los costos y beneficios que resultan directa o indirectamente del estudio legal— posibilitará definir la estructura jurídica más conveniente para el tipo de empresa que se crearía con la implementación del proyecto.

Preguntas y problemas

1. Explique la importancia del marco legal en la formulación de un proyecto.
2. ¿En qué se diferencia el estudio legal en la viabilidad económica del estudio de la viabilidad legal de un proyecto?
3. Identifique las principales variables regulatorias que afecten la rentabilidad de un proyecto.
4. Señale las principales consideraciones legales que deben tenerse en cuenta en un estudio de la localización económicamente más adecuada para un proyecto.
5. ¿Qué aspectos legales pueden asociarse con los aspectos comerciales en la formulación de un proyecto?
6. Si usted tuviera que preparar económicamente un proyecto de generación hidroeléctrica de energía, ¿cuáles son los cinco aspectos legales que consideraría más importantes para la determinación de los costos y beneficios?
7. ¿Cuáles son los aspectos legales más importantes en la realización del estudio técnico de la viabilidad económica de un proyecto?
8. ¿Cómo pueden afectar las normas legales en la cuantificación de los costos de administración de la empresa que se crearía con un determinado proyecto?
9. Investigue los requerimientos legales, con sus plazos y costos, que existen en su país para constituir una sociedad.

Comente las siguientes afirmaciones:

a) Hay proyectos en los que no es conveniente incluir el IVA en la construcción de los flujos de caja.

b) En los flujos de un proyecto, los aspectos tributarios no tienen mayor incidencia en el estudio organizacional y legal, puesto que la carga tributaria siempre será igual en cualquier tipo de empresa que se establezca jurídicamente para la administración del proyecto.

c) Los aspectos legales por considerar en un proyecto se refieren a los costos asociados con la creación de la sociedad que lo administrará. Así, los desembolsos respectivos deberán considerarse como un activo nominal, en el sentido de que podrán amortizarse de acuerdo con las normas tributarias vigentes.

d) El estudio técnico de un proyecto no genera mayores repercusiones en el estudio legal.

e) Los aspectos derivados de la contratación de personal deben enmarcarse en las normas legales vigentes. Lo anterior tendrá repercusiones en el flujo de caja del proyecto en los gastos operacionales que representan el cumplimiento de estas normas. Ello permitirá

www.fullengineeringbook.blogspot.com

determinar el ahorro tributario que se genera en virtud de los gastos calculados de acuerdo con la ley, sin tener mayores repercusiones en el estudio de un proyecto.

f) En el estudio técnico de un proyecto, se llega a la conclusión de que se requiere contratar la confección de una tecnología bajo pedido, por lo que deberá desembolsarse una gran cantidad de recursos en ese momento. Comente cómo podría repercutir esta situación en el estudio legal.

Bibliografía

Banco Central de Chile, *Legislación económica chilena y de comercio internacional*, Código de Comercio de Chile y Leyes Complementarias, Santiago de Chile, 1982.

Castro, Hernán, *Nueva legislación sobre sociedades anónimas*, Editorial Jurídica, Santiago, 1982.

De Ahumada Ramos, F. J., *Materiales para el estudio del Derecho Administrativo Económico*, Dykinson, 2001.

Moore, Daniel, *Derecho económico*. Editorial Jurídica, Santiago, 1982.

Ortega, R. R., *Introducción al derecho administrativo económico*, Ratio Legis Librería Jurídica, 2005.

Valletta, L., *Diccionario de Derecho Comercial/ Commercial Law Diccionary*, Valletta Ediciones S R L, 2000.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Capítulo 12

Las inversiones del proyecto

El objetivo de este capítulo es analizar cómo debe ordenarse la información que proveen los estudios de mercado, técnico y organizacional-legal, para definir la cuantía de las inversiones de un proyecto, con el fin de ser incorporada como un antecedente más en la proyección del flujo de caja que posibilite su posterior evaluación.

Si bien la mayor parte de las inversiones debe realizarse antes de la puesta en marcha del proyecto, pueden existir inversiones durante la operación, porque se precise reemplazar activos desgastados o porque se requiera incrementar la capacidad productiva ante aumentos proyectados en la demanda.

Asimismo, el capital de trabajo inicial requerido para una operación normal y eficiente puede verse aumentado o disminuido durante la operación si se proyectan cambios en los niveles de actividad. En este capítulo se tratan en detalle los distintos criterios de cálculo de la inversión en capital de trabajo y la manera de tomarlos en consideración.

12.1. Inversiones previas a la puesta en marcha

recuerde y reflexione

Las inversiones efectuadas antes de la puesta en marcha del proyecto pueden agruparse en tres tipos: inversiones en activos fijos, en activos intangibles y en capital de trabajo.

Las **inversiones en activos fijos** son todas aquellas que se realizan en los bienes tangibles que se utilizarán en el proceso de transformación de los insumos o que sirven de apoyo a la operación normal del proyecto. Constituyen activos fijos, entre otros, los terrenos, las obras físicas (edificios industriales, sala de venta, oficinas administrativas, vías de acceso, estacionamientos, bodegas, etcétera), el equipamiento de la planta, de las oficinas y de las salas de venta (en maquinarias, muebles, herramientas, vehículos y decoración en general), así como la infraestructura de servicios de apoyo (agua potable, desagües, red eléctrica, comunicaciones, energía, etcétera).

concepto clave

Inversiones en activos fijos: todas aquellas que se realizan en los bienes tangibles que se utilizarán en el proceso de transformación de los insumos o que sirven de apoyo a la operación normal del proyecto.

Para efectos contables, los activos fijos están sujetos a depreciación, la cual afectará el resultado de la evaluación por su efecto sobre el cálculo de los impuestos. Los terrenos no solo **no** se deprecian, sino que muchas veces tienden a aumentar su valor por la plusvalía generada debido al desarrollo urbano tanto a su alrededor como en sí mismos. También puede darse el caso de una pérdida en el valor de mercado de un terreno, como el que ocurriría si se agota la provisión de agua de riego o cuando el uso irracional de tierras de cultivo daña su rendimiento potencial. Lo común en estos casos es considerar como constante el valor del terreno, a menos de que existan evidencias claras de que su valor puede cambiar en relación con los otros elementos de beneficios y costos incluidos en el proyecto. De esta manera el negocio inmobiliario evita distorsionar la rentabilidad del negocio operacional o proyecto en estudio. Por lo demás, la tendencia es separar el negocio operacional del inmobiliario, lo que significa que muchas veces se creen empresas relacionadas con el fin de separar y aislar sus efectos en los flujos operativos del proyecto.

concepto clave

Inversiones en activos intangibles: todas aquellas que se realizan sobre activos constituidos por los servicios o derechos adquiridos, necesarios para la puesta en marcha del proyecto.

Las **inversiones en activos intangibles** son todas aquellas que se realizan sobre activos constituidos por los servicios o derechos adquiridos, necesarios para la puesta en marcha del proyecto. Constituyen inversiones intangibles susceptibles de amortizar y, al igual que la depreciación, afectarán el flujo de caja indirectamente, por la vía de una disminución en la renta imponible y, por lo tanto, de los impuestos pagaderos. Los principales ítems que configuran esta inversión

www.fullengineeringbook.blogspot.com

son los gastos de organización, las patentes y licencias, los gastos de puesta en marcha, la compra de licencias para explotar marcas, la capacitación previa a la puesta en marcha, la construcción de portales *web*, los sistemas de información preoperativos, algunos estudios, *software* y otros activos intangibles.

Los gastos de organización incluyen todos los desembolsos originados por la dirección y coordinación de las obras de instalación y por el diseño de los sistemas y procedimientos administrativos de gestión y apoyo, como el sistema de información, así como los gastos legales que implique la constitución jurídica de la empresa que se creará para operar el proyecto.

Los gastos en patentes y licencias corresponden al pago por el derecho o uso de una marca, fórmula o proceso productivo, y los erogados en permisos municipales, autorizaciones notariales y licencias generales que certifiquen el funcionamiento del proyecto.

Los gastos de puesta en marcha son todos aquellos que deben realizarse al iniciarse el funcionamiento de las instalaciones, tanto en la etapa de pruebas preliminares como en las del inicio de la operación y hasta que alcancen un funcionamiento adecuado. Aunque constituyan un gasto de operación, muchos ítems requerirán un desembolso previo al momento de la puesta en marcha del proyecto, por lo que no constituyen egresos que afecten un estado de resultados, pues no son gastos de la operación, sino de la implementación. Por la necesidad de que los ingresos y egresos queden registrados en el momento real en el que ocurren, estos se incluirán en el ítem de inversiones que se denominará gastos de puesta en marcha. Por ejemplo, aquí se incluirán los pagos de remuneraciones, arriendos, publicidad, seguros y cualquier otro gasto que se realice antes del inicio de la operación.

Los gastos de capacitación consisten en aquellos usados en la instrucción, adiestramiento y preparación del personal para el desarrollo de las habilidades y conocimientos que deben adquirir con anticipación a la puesta en marcha del proyecto.

La mayoría de los proyectos consideran un ítem especial de imprevistos para afrontar aquellas inversiones no consideradas en los estudios y para contrarrestar posibles contingencias. Su magnitud suele calcularse como un porcentaje del total de inversiones, o sobre cada idea de inversión que eventualmente pudiera generar algún imprevisto. No obstante, se recomienda abordar este aspecto en los análisis de sensibilidad del proyecto, lo que se verá con mayor profundidad en el capítulo 18.

El costo del estudio del proyecto, contrario a lo que plantean algunos textos, no debe considerarse dentro de las inversiones porque es un costo inevitable que debe pagarse independientemente del resultado de la evaluación, por lo que resulta irrelevante. Por regla general, solo deben incluirse como inversiones aquellos costos en los que se incurrirá si se decide llevar a cabo el proyecto. Sin embargo, su efecto tributario podría ser relevante, por ejemplo, cuando después del estudio se determine que puede crearse una empresa nueva (el costo del estudio es contabilizado) o que no es conveniente crearla. El costo del estudio en ambos casos se desembolsó, pero solo en el primero puede contabilizarse y aprovecharse su efecto tributario positivo. Cuando el proyecto se evalúa en una empresa en marcha, tanto el desembolso como su efecto tributario son irrelevantes, por lo que, hágase o no la inversión, el gasto será contabilizado.

recuerde y reflexione

Al igual que los activos fijos, los intangibles pierden valor con el tiempo. Mientras la pérdida de valor contable de los primeros se denomina depreciación, la pérdida de valor contable de los activos intangibles se denomina amortización.[1]

No obstante, podría darse el caso de que el activo intangible gane valor, como cuando se compra una marca subexplotada y luego se vende, en el momento en el que se haya logrado un mejor posicionamiento. Sin embargo, un criterio más conservador hace recomendable no incluir este efecto en los valores de desecho del proyecto. Este aspecto se aborda con mayor profundidad en el capítulo 13.

[1] Aunque el costo del estudio del proyecto no debe incluirse en los flujos por ser un costo irrelevante para la toma de la decisión de hacer o no el proyecto, sí debe incluirse el efecto tributario de su amortización, ya que este es aprovechable solo si el proyecto se implementa.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

12.2. El calendario de inversiones

Además del ordenamiento y sistematización de todos los antecedentes atingentes a las inversiones iniciales en activos fijos e intangibles del proyecto, debe elaborarse un **calendario de inversiones** previas a la operación que identifique los montos para invertir en cada periodo anterior a la puesta en marcha del proyecto.

Como no todas las inversiones se desembolsarán en el **momento cero** (fecha de inicio de la operación del proyecto), es conveniente identificar el momento en el que cada una debe efectuarse, ya que los recursos invertidos en la etapa de la construcción y montaje tienen un costo de capital: financiero si los recursos se obtuvieron en préstamos; de oportunidad si los recursos son propios y obligan a abandonar otra alternativa de inversión. Para ello deberá elaborarse un calendario de inversiones previas a la puesta en marcha que, independientemente del periodo de análisis utilizado para la proyección del flujo de caja (casi siempre anual), puede estar expresado en periodos mensuales, quincenales u otros.

En la elaboración de un calendario de inversiones resulta fundamental definir qué se entiende por momento cero. Por definición, el "0" es hoy. Sin embargo, si se considera momento cero como aquel instante en el que el proyecto se encuentra listo para operar, podría darse el caso de que ese momento diste sustancialmente en tiempo respecto al hoy, más aún si se trata de un proyecto cuya etapa de inversión es prolongada, como pudiera ser el caso de autopistas, proyectos mineros, o bien, un proyecto agrícola en el que incluso pudieran pasar más de cinco años para que una determinada especie comience a dar frutos y sea cosechada. En estos proyectos, el momento cero sería dentro de cinco años más, cuando, en rigor, cero debiera ser hoy.

recuerde y reflexione

Por lo anterior, resulta necesario diferenciar 0 de 0′ (**cero prima**), donde 0 es efectivamente hoy y 0′ es el momento en el que el proyecto se encuentra listo para operar.

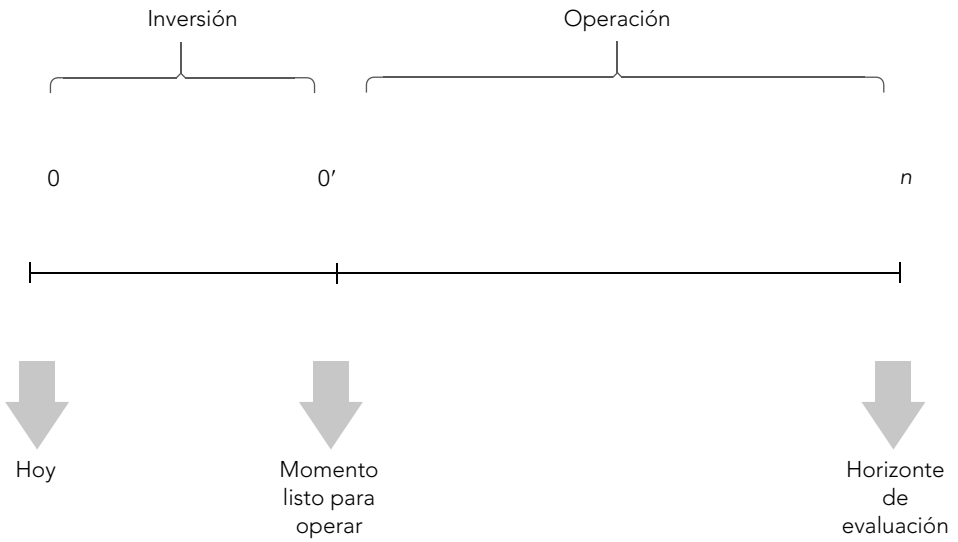


Figura 12.1

Si el cálculo del valor actual neto desea ser expresado hoy, es decir, en el momento cero, no cero prima, deberá expresar dicho indicador en valores de hoy, no de cuando se estime que el proyecto comenzará a operar, pues ello pudiera ser en un futuro no necesariamente cercano. Por lo tanto, si ese fuese el caso, se recomienda traer a valor presente el calendario de inversiones correspondiente.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Cuadro 12.1

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Ingresos de explotación				220 000	242 000	266 200	292 820
Costo directo				(88 000)	(96 800)	(106 480)	(117 128)
Gastos de aministración				(18 000)	(18 000)	(18 000)	(18 000)
Depreciación activos				(18 500)	(18 500)	(18 500)	(18 500)
Resultado antes de impuestos				95 500	108 700	123 220	139 192
Impuestos	20.0%			(19 100)	(21 740)	(24 644)	(27 838)
Resultado después de impuestos				76 400	86 960	98 576	111 354
Depreciación activos				18 500	18 500	18 500	18 500
Inversiones	**(35 000)**	**(65 000)**	**(85 000)**				
Flujo neto	**(35 000)**	**(65 000)**	**(85 000)**	**94 900**	**105 460**	**117 076**	**129 854**
VAN 13%	**97 277**						

De cualquier modo, para efectos de evaluación da lo mismo calcular el VAN en cualquiera de los dos momentos pues en términos de resultados no cambia, sino en el momento en que se expresa.

Como puede observarse, para el cálculo del VAN en el momento cero, que es hoy, se trajo a valor presente las inversiones futuras a la tasa de costo de capital, al igual que los flujos operacionales proyectados; sin embargo, el primer flujo operacional proyectado, correspondiente a $94 900, no se encuentra descontado a un factor elevado a uno, sino a tres, pues corresponde a un flujo del cuarto periodo proyectado, de esta manera, al aplicar la fórmula del VAN:

$$\text{VAN} = \sum_{1=L}^{n} \frac{BN_t}{(1+i)} = I_0$$

Se puede calcular dicho indicador utilizando las cifras del cuadro 12.1 tal como se ilustra en la figura 12.2.

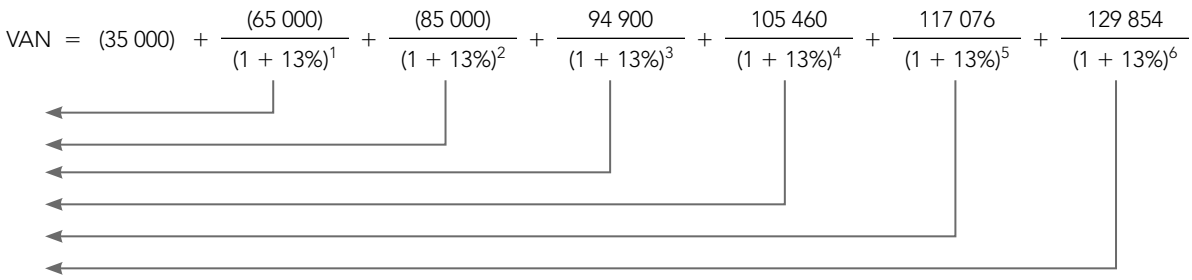


Figura 12.2 Aplicación de la fórmula del VAN.

Al calcular el VAN mediante este criterio, da como resultado un valor de $97 277. Como puede observarse, el primer flujo operacional está descontado por un factor elevado al cubo, pues ello permite expresar el cálculo del VAN en cero y no en cero prima, que corresponde a un valor en el futuro.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

recuerde y reflexione

Un enfoque alternativo podría consistir en expresar todas las inversiones previas a la puesta en marcha en el momento cero prima, es decir, cuando se está en condiciones de operar el proyecto. Esto se logra llevando dicha inversión a valor futuro (momento de partida de la operación). A este proceso se le denomina capitalización de las inversiones.

Mediante la capitalización del flujo resultante del calendario de inversiones a la tasa de costo de capital del inversionista, puede incluirse el costo de oportunidad del recurso inmovilizado, lo que se logra también incluyendo un ítem de gastos financieros en el calendario de inversiones, que represente el costo de los recursos invertidos antes de que estos comiencen a generar resultados operacionales. Sin embargo, lo anterior significa calcular un VAN conforme al momento en el que el proyecto está listo para operar, que puede diferir sustancialmente del de hoy, tal como se observa en el flujo de al figura 12.3.

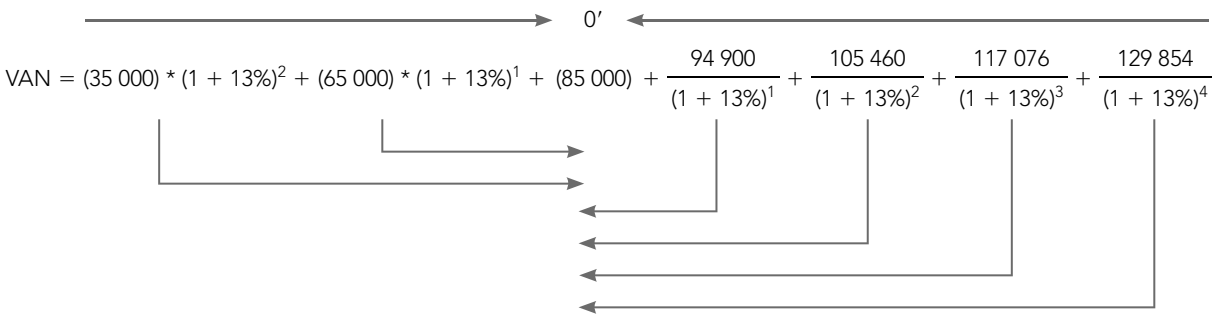


Figura 12.3 Diferencia del VAN.

Si se calcula el VAN mediante este criterio, puede observarse que arroja un valor de $124 213 en vez de los $97 277 del enfoque anterior; esto se debe, básicamente, a que ambos valores están expresados en diferentes momentos del tiempo. Mientras el primero está expresado en el momento cero prima, es decir, antes de partir la operación, el segundo lo hace conforme a valor de hoy. Ambos enfoques son equivalentes en términos de resultados, pues la decisión de aprobar o rechazar el proyecto no se verá afectada por el hecho de aplicar un criterio u otro, pues, como ya dijimos, es un mismo resultado expresado en distintos momentos del tiempo.

La mejor forma de demostrar lo anterior es traer a valor presente el VAN de cero prima. Al descontar dos periodos el VAN de cero prima, se obtiene por defecto el VAN expresado hoy. De esta manera:

12.1

$$\text{VAN}_{\text{hoy}} = \frac{\$124\,213}{(1 + 13\%)^2} = \$97\,277$$

Generalmente, las inversiones previas a la puesta en marcha de un proyecto se realizan dentro de un periodo inferior a un año, razón por la cual efectuar una calendarización de las inversiones no reviste mayor relevancia. Sin embargo, cuando se trata de proyectos cuyo nivel de inversión es alto y el costo de capital de la empresa también lo es, considerar un calendario de inversiones por mes ayuda a medir la rentabilidad de la inversión con un menor grado de distorsión, a pesar de que el desembolso de la inversión sea inferior a un año. En efecto, una apertura detallada de los momentos en los que ocurre cada desembolso, incorporando su correspondiente costo de oportunidad, medido por el tiempo que transcurre entre la realización del desembolso y el momento en el que el proyecto comienza a operar, permite determinar con mayor precisión la rentabilidad efectiva de la inversión, pues no es lo mismo invertir 100% de los recursos necesarios para el proyecto de manera inmediata que hacerlo en pagos parcelados a través del tiempo.

Para comprender mejor esta situación, suponga que un proyecto cuya inversión inicial sea de $1 350 millones, los cuales serán desembolsados en un periodo de 10 meses antes de que el proyecto se encuentre listo para operar; considere también que, dado el riesgo asociado a la

www.fullengineeringbook.blogspot.com

inversión, la empresa exige una rentabilidad de 13% anual. Una alternativa es calcular su VAN comparando los flujos que el proyecto reditúa con el valor de la inversión, como se muestra en el cuadro 12.2.

Cuadro 12.2 Comparación VAN/TIR

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Flujo neto	(1 350)	500	800	1 000	1 500	2 000
VAN 13%	2 418					
TIR	57.3%					

Sin embargo, si se abre el plan de pagos de los $1 350 millones incorporando el costo que le significa al inversionista desembolsar los recursos en pagos parcelados, con el consecuente costo de espera para que dichos recursos comiencen a redituar, entonces el resultado de la evaluación sí se ve afectado, como puede verse en la figura 12.4.

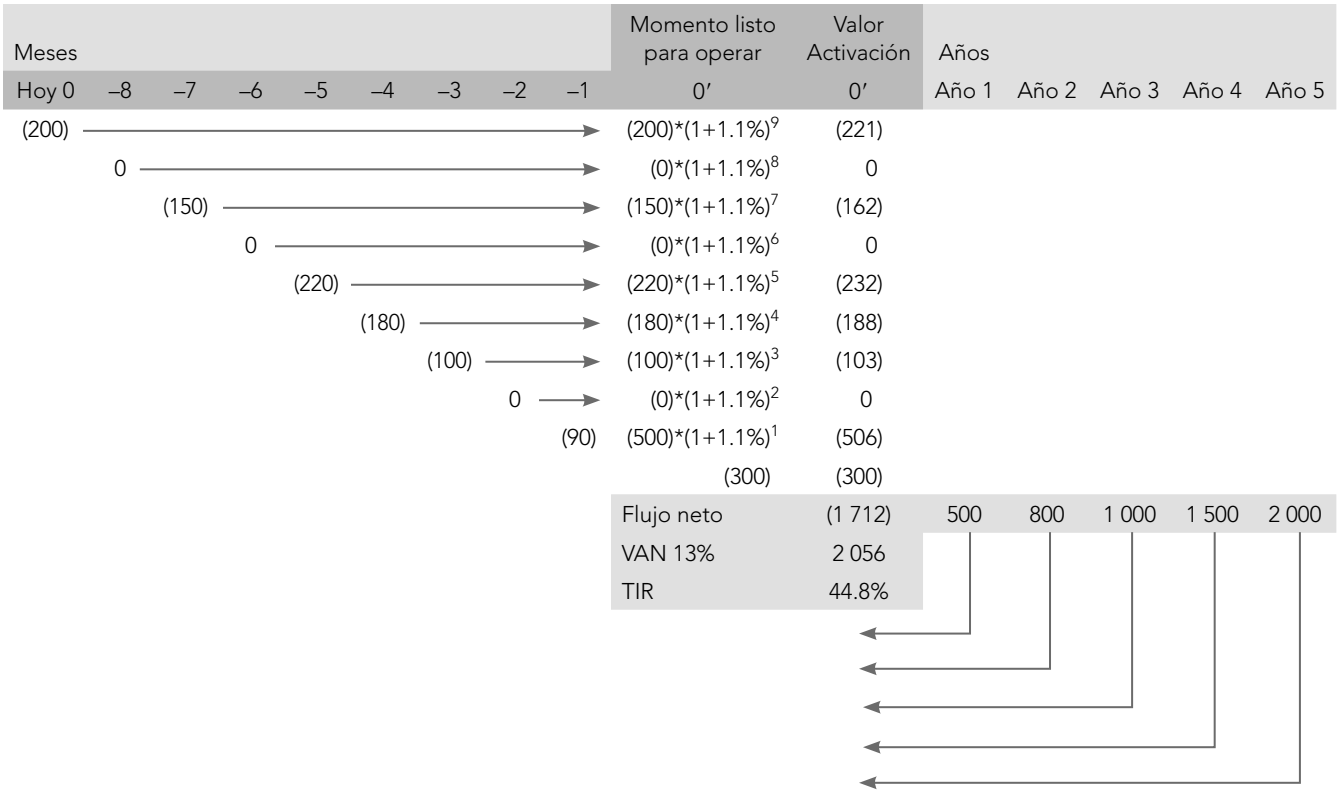


Figura 12.4 Resultado de la evaluación.

Como puede observarse, al incorporar el costo de oportunidad de los recursos en espera, la rentabilidad de la inversión disminuye de 57.3% anual a 44.8%. Lo anterior también puede expresarse como se muestra en el cuadro 12.3.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Cuadro 12.3

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Inversión en activos	(1 350)					
Costos oportunidad	(362)					
Flujo neto	(1 712)	500	800	1 000	1 500	2 000
VAN 13%	4 088					
TIR	44.8%					

Note que para efectuar el cálculo del VAN en este ejemplo, la inversión inicial se abrió en partidas mensuales, las que fueron activadas en el momento de la puesta en marcha a la tasa exigida por el inversionista expresada mensualmente. Cabe señalar que el cálculo del VAN sigue siendo hoy, pues la inversión se realiza íntegramente en el año cero; no obstante, se valorizaron las inversiones conforme al momento de operación cero prima. En este caso en particular, el momento cero (hoy) y el momento de la puesta en marcha (cero prima) caen dentro del mismo año.

El caso analizado no obliga al preparador y evaluador de proyectos a efectuar un calendario de inversiones para todo el proyecto, sino a hacerlo cuando este efectivamente reduce distorsiones respecto de no hacerlo. Si los montos de inversión son relevantes, si el momento entre hoy y cero prima es prolongado y la tasa de costo de capital del inversionista es alta, entonces la incorporación del calendario de inversiones sí ayuda a la realización de un trabajo más acucioso. Si, por el contrario, los montos de inversión son bajos, el momento entre hoy y cero prima es corto y la tasa de costo de capital del inversionista es baja, entonces la incorporación de un calendario de inversiones no aporta mayor valor al análisis preinversional.

12.3. Inversión en capital de trabajo

concepto clave

Inversión en capital de trabajo: el conjunto de recursos necesarios, en la forma de activos corrientes, para la operación normal del proyecto durante un ciclo productivo para una capacidad y tamaño determinados.

La **inversión en capital de trabajo** constituye el conjunto de recursos necesarios, en la forma de activos corrientes, para la operación normal del proyecto durante un **ciclo productivo**,[2] para una capacidad y tamaño determinados. Por ejemplo, en el estudio de factibilidad de una inversión para la creación de un hotel, además de la inversión en edificios, equipos y mobiliario, será necesario invertir en capital de trabajo, en un monto tal que asegure el financiamiento de todos los recursos de operación que se consumen en un ciclo productivo. En este caso, será posible determinar como ciclo productivo el tiempo promedio de permanencia de los huéspedes en el hotel; como capacidad, la ocupación promedio de la capacidad instalada, y como capital de trabajo, los recursos necesarios para financiar la operación durante los días de permanencia de los huéspedes y hasta que se reciba el pago del alojamiento y de los consumos.

En una planta elaboradora de queso, el capital de trabajo debe garantizar la disponibilidad de recursos suficientes para adquirir la materia prima y cubrir los costos de operación durante los 60 días normales que dura el proceso de producción, más los 30 días promedio de comercialización y los 30 días que demora la recuperación de los fondos para ser utilizados nuevamente en el proceso.

La teoría financiera se refiere normalmente al capital de trabajo como activos de corto plazo. Por ejemplo, si una empresa programa un nivel de operaciones de $100 sin fines de lucro (compra y vende $100 en productos), pero tiene una política de venta que establece el pago de 50% al contado y 50% a crédito a 30 días, al iniciar la operación deberá desembolsar $100, de los cuales recuperará $50 inmediatamente y tendrá el saldo en **cuentas por cobrar**. El dinero recibido al contado se utilizará en la compra de la nueva mercadería, pero para mantener el nivel deseado de $100 deberá incurrir en un nuevo desembolso de $50. Si permanentemente las cuentas por cobrar ascienden a $50 y siempre el nivel de operación requiere existencias o caja de $100, los $150 totales tienen el carácter de una inversión permanente que solo se recuperará cuando el proyecto deje de operar.

[2] Se denomina ciclo productivo al proceso que se inicia con el primer desembolso para cancelar los insumos de la operación y que termina cuando se venden los insumos, transformados en productos terminados, y se percibe el producto de la venta, quedando disponible para cancelar nuevos insumos.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

recuerde y reflexione

Para efectos de la evaluación de proyectos, el capital de trabajo inicial constituirá una porción de las inversiones de largo plazo, ya que forma parte del monto permanente de los activos corrientes necesarios para asegurar la operación del proyecto durante su vida útil.

Si el proyecto considera aumentos en el nivel de operación, pueden requerirse adiciones al capital de trabajo. En proyectos sensibles a cambios estacionales pueden producirse aumentos y disminuciones en distintos periodos, considerándose estos últimos como recuperación de la inversión.

A pesar de que la inversión en capital de trabajo es de largo plazo, representa un flujo que se encuentra en permanente movimiento, pues está determinado justamente por los saldos de caja, existencias, cuentas por cobrar, deuda del proveedor y pasivos de corto plazo, por nombrar los factores más relevantes. Por lo anterior, durante la vida útil del proyecto dicho monto inicial puede verse aumentado o disminuido, dependiendo del comportamiento de las variables que determinan su cuantía. Aumentos en la producción harán crecer los requerimientos de capital de trabajo; lo mismo ocurre con el aumento de costos de las materias primas, con el mayor plazo de pago al cliente o si el tiempo de comercialización se incrementa. Si, por el contrario, el crédito del proveedor aumenta o los tiempos de producción y/o comercialización disminuyen, ocurrirá el efecto opuesto, por lo que durante el horizonte de proyección pueden incorporarse dichos efectos en la medida en la que el preparador y evaluador de proyectos sea capaz de proyectar cambios en dichas variables.

recuerde y reflexione

No todo proyecto requiere una inversión en capital de trabajo, pues ello en gran medida dependerá del tipo de negocio que se esté estudiando y de la posición competitiva que pueda tener en el mercado.

Por ejemplo, la industria del *retail*, particularmente grandes operadores de supermercados, generalmente adquieren sus productos con crédito del mismo proveedor y comercializan la mercadería al contado, por lo que ocurre un proceso inverso, es decir, se dispone de un capital de trabajo negativo que actúa como crédito y que será devuelto contra el cierre del proyecto.

Los métodos principales para calcular el monto de la inversión en capital de trabajo son el contable, el del periodo de desfase y el del déficit acumulado máximo. Los siguientes apartados analizan estos métodos en detalle.

concepto clave

Método contable: cuantifica la inversión requerida en cada uno de los rubros del activo corriente, considerando que parte de estos activos pueden financiarse por pasivos de corto plazo (pero de carácter permanente), como los créditos de proveedores o los préstamos bancarios de corto plazo.

12.3.1 Método contable

El **método contable**, que consiste en cuantificar la inversión requerida en cada uno de los rubros del activo corriente, considerando que parte de estos activos pueden financiarse por pasivos de corto plazo (pero de carácter permanente), como los créditos de proveedores o los préstamos bancarios de corto plazo. Los rubros del activo corriente que se cuantifican en el cálculo de esta inversión son el saldo óptimo para mantener el efectivo, el nivel de cuentas por cobrar apropiado y el volumen de existencias que debe mantenerse, por un lado, y los niveles esperados de deudas promedio de corto plazo, por otro. La diferencia entre los activos circulantes y los pasivos circulantes dará origen al volumen de capital de trabajo requerido para un determinado nivel de ventas. De esta manera:

12.2 Capital de trabajo = activos circulantes – pasivos circulantes

La inversión en efectivo dependerá de tres factores: el costo de que se produzcan saldos insuficientes, el costo de tener saldos excesivos y el costo de administración del efectivo.

El costo de tener saldos insuficientes hará que la empresa deje de cumplir con sus pagos. Si tuviera saldos, podría cumplir con sus compromisos y tener, en consecuencia, un costo cero, pero, a medida que disminuye, el costo de saldos insuficientes aumenta en un monto equivalente

www.fullengineeringbook.blogspot.com

al costo de la fuente de financiamiento a la que se recurra: el recargo de un interés a la deuda no pagada o el interés cobrado por un banco, si se recurre a este para obtener los fondos que remitan el pago de esa deuda.

El costo de saldos excesivos equivale a la pérdida de utilidad debida al mantenimiento de recursos ociosos por arriba de las necesidades de caja, y aumenta cuanto mayor sea el saldo ocioso.

El costo de administración del efectivo se compone de los costos de gestión (remuneraciones al personal) de los recursos líquidos y de los gastos generales de oficinas. Estos costos, que son fijos, deben tomarse en cuenta en conjunto con los anteriores para optimizar la inversión en efectivo, que se define como la de menor costo total.

El costo total se obtiene sumando los costos de administración con los de saldos, tanto excesivos como insuficientes.

Al incrementar las cuentas por cobrar, aumentan tanto los costos como los beneficios asociados al crédito. Sin embargo, en cierto límite el crédito se estaría otorgando a clientes menos buenos, con el consiguiente incremento en los riesgos de morosidad e incumplimiento.

Al igual que en el caso del efectivo, de los inventarios y de las cuentas por cobrar, el crédito de proveedores y los préstamos de corto plazo se administran en el corto plazo, pero en términos de fuentes de financiamiento se consideran de largo plazo, ya que son renovables y permanentes.

Los factores que influyen en las condiciones del crédito de proveedores son la naturaleza económica del producto, la situación del vendedor, la situación del comprador y los descuentos por pronto pago. La naturaleza económica del producto define que artículos con alta rotación de ventas normalmente se vendan con créditos cortos. Los proveedores con una débil posición financiera normalmente exigen el pago al contado o con crédito de muy corto plazo. El comprador muchas veces podrá influir en las condiciones de pago, dependiendo de la importancia relativa que tenga entre el total de consumidores del proveedor. Los descuentos por pronto pago pueden hacer poco atractivo aceptar un crédito del proveedor, como también el que este recargue un interés por el crédito otorgado.

El préstamo bancario y otras fuentes de financiamiento de corto plazo deben evaluarse en función de los costos y beneficios que reportan, así como medirse los montos óptimos y disponibles. Para ello se deberá comparar el flujo de la deuda con los beneficios que eventualmente se obtendrán producto del crédito.

Las dificultades para calcular estos niveles óptimos para empresas que ni siquiera se han creado, hace recomendable emplear este primer método cuando puede conseguirse información del resto de la industria, siempre que se considere representativa para el proyecto. De esta manera, se aplicará al proyecto el nivel de capital de trabajo observado en empresas similares.

Cuando se trata de un proyecto que formará parte de una empresa en funcionamiento, será posible asumir que se mantendrá la misma relación que existe, por ejemplo, entre el capital de trabajo actual y el valor de los activos, la cantidad producida u otra variable relacionada con la inversión en capital de trabajo. Si este fuese el caso, es recomendable analizar si las cuentas de activo y pasivo circulante del balance reflejan la realidad de la empresa, pues si se trata de existencias de productos obsoletos o cuentas por cobrar en calidad de incobrables, entonces es recomendable limpiar el balance de manera que refleje la realidad de la empresa.

Por las mismas dificultades señaladas, se sugiere usar este método solo en el estudio de perfil y excepcionalmente en el estudio de prefactibilidad.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

concepto clave

Método del periodo de desfase: determina la cuantía de los costos de operación que debe financiarse desde el momento en el que se efectúa el primer pago por la adquisición de la materia prima hasta aquel en el que se recauda el ingreso por la venta de los productos.

12.3.2 Método del periodo de desfase

El **método del periodo de desfase** consiste en determinar la cuantía de los costos de operación que debe financiarse desde el momento en el que se efectúa el primer pago por la adquisición de la materia prima hasta aquel en el que se recauda el ingreso por la venta de los productos, que se destinará a financiar el periodo de desfase siguiente.

El cálculo de la **inversión en capital de trabajo (ICT)** se determina por la expresión:

12.4

$$ICT = \frac{Ca}{365} * n_d$$

donde Ca es el costo anual y n_d, el número de días de desfase.

Un periodo de recuperación puede ser corto (venta de yogur, servicio de hotel, fletes, etcétera) o largo (industria metalúrgica). Por ejemplo, en un hotel podría estimarse un periodo promedio de recuperación de cinco días, que corresponde al tiempo desde el que se inician los desembolsos que genera un turista hasta el instante en el que paga su estadía en el hotel. Una planta elaboradora de quesos podría tener un periodo de recuperación de 120 días si desde que compra la leche hasta que el queso está terminado pasan 60 días, si hay 30 días promedio de comercialización y si se vende con crédito a 30 días. Una manera de determinar el capital de trabajo, de acuerdo con la ecuación 12.4, consiste en calcular el costo de operación mensual o anual y dividirlo entre el número de días de la unidad de tiempo seleccionada (30 o 365 días). Así se obtiene un costo de operación diario que se multiplica por la duración en días del ciclo de vida.

La simplicidad del procedimiento se manifiesta cuando se considera que para la elaboración de los flujos de caja ha sido necesario calcular tanto el costo total de un periodo como el del periodo de recuperación.

De igual manera, su utilidad queda demostrada si se considera que el concepto propio de capital de trabajo es la financiación de la operación durante ese periodo de recuperación. Sin embargo, el modelo manifiesta la deficiencia de no considerar los ingresos que podrían percibirse durante el periodo de recuperación, con lo cual el monto así calculado tiende a sobrevaluarse, castigando a veces en exceso el resultado de la evaluación del proyecto. No obstante, como el método calcula un promedio diario, el resultado obtenido no asegura cubrir las necesidades de capital de trabajo en todos los periodos. Por ello se estima que el hecho de no considerar los ingresos en el periodo solo compensa esta situación.

Por otro lado, cuando se trata de productos con demanda estacional, como pudiera ser el caso de los paraguas en invierno, el método puede presentar distorsiones en su cálculo, pues si 80% de la venta ocurre en época invernal, trabajar con costos promedio conllevará necesariamente a que en épocas de *peak* de demanda el capital de trabajo utilizado bajo este método sea insuficiente.

recuerde y reflexione

Este método se aplica generalmente en el estudio de prefactibilidad porque no logra superar la deficiencia de que al trabajar con promedios no incorpora el efecto de posibles estacionalidades. Cuando el proyecto se hace en el estudio de factibilidad y no presenta estacionalidades, el método puede aplicarse.

12.3.3 Método del déficit acumulado máximo

El **método del déficit acumulado máximo** supone calcular para cada mes los flujos de ingresos y egresos proyectados y determinar su cuantía como el equivalente al déficit acumulado máximo.

Por ejemplo, si los ingresos empiezan a percibirse el cuarto mes y los egresos ocurren desde el principio de la siguiente forma, puede calcularse el déficit o superávit acumulado como se muestra en el cuadro 12.4.

En una situación como la anterior, donde las compras se concentran trimestralmente, el máximo déficit acumulado asciende a 430, por lo que esta será la inversión que deberá efectuarse en capital de trabajo para financiar la operación normal del proyecto.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Cuadro 12.4

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ingresos	—	—	—	40	50	110	200	200	200	200	200	200
Egresos	(60)	(60)	(60)	(150)	(150)	(150)	(60)	(60)	(60)	(150)	(150)	(150)
Saldos	(60)	(60)	(60)	(110)	(110)	(40)	140	140	140	50	50	50
Saldo acum.	(60)	(120)	(180)	(290)	(390)	(430)	(290)	(150)	(10)	40	90	140

Cuando en el séptimo mes disminuye el saldo acumulado deficitario, no disminuye la inversión en capital de trabajo, ni cuando pasa a positivo, significa que no se necesite esta inversión.

La reducción en el déficit acumulado solo muestra la posibilidad de que con recursos propios, generados por el propio proyecto, podrá financiarse el capital de trabajo. Pero este siempre deberá estar disponible, ya que siempre existirá un desfase entre ingresos y egresos de operación.

Aunque, como se verá en el capítulo 14, no siempre será necesario trabajar los flujos de caja con IVA, puesto que al efectuar una compra afecta a este impuesto, este deberá pagarse, aun cuando se recupere posteriormente con la venta del producto que elabore el proyecto.

12.4. Inversiones durante la operación

Además de las inversiones en capital de trabajo y de las inversiones previas a la puesta en marcha, es importante proyectar las reinversiones de reemplazo y las nuevas inversiones por ampliación que se tengan en cuenta. Como se indicó anteriormente, esta proyección es también denominada plan de Capex (por sus siglas en inglés: *capital expenditures,* o gastos de capital).

recuerde y reflexione

El **calendario de inversiones de reemplazo** estará definido en función de la vida útil estimada de cada activo, lo que puede determinarse en función de cuatro criterios básicos: la vida útil contable (plazo a depreciar), la técnica (número de horas de uso por ejemplo), la comercial (por imagen corporativa) y la económica, que define el momento óptimo para hacer el reemplazo.

La necesidad o conveniencia de efectuar un reemplazo se origina por cuatro razones básicas: *a*) capacidad insuficiente de los equipos actuales, *b*) aumento de costos de mantenimiento y reparación por antigüedad de la maquinaria, *c*) disminución de la productividad por aumento en las horas de detención para enfrentar periodos crecientes de reparación o mantenimiento, y *d*) obsolescencia comparativa de la tecnología.

Ante cambios programados en los niveles de actividad se podrá incrementar o reducir el monto de la inversión en capital de trabajo, de manera tal que permita cubrir los nuevos requerimientos de la operación y también evitar los costos de oportunidad de tener una inversión superior a las necesidades reales del proyecto.

Resumen

En el capítulo 12 se analizó en detalle la manera de tratar las inversiones del proyecto, tanto aquellas que se realizan con anticipación a la puesta en marcha como las que lo hacen durante la operación.

Las que se realizan antes de la puesta en marcha se agruparon en activos fijos, activos intangibles y capital de trabajo inicial.

La importancia de la inversión en capital de trabajo inicial se manifiesta en que, sin ser

www.fullengineeringbook.blogspot.com

activo tangible ni nominal, es la que garantiza el financiamiento de los recursos durante un ciclo productivo.

Los métodos para calcular esta inversión normalmente difieren en sus resultados. Uno de ellos, el contable, considera la inversión como el equivalente para financiar los niveles óptimos de las inversiones particulares en efectivo, cuentas por cobrar e inventarios, menos el financiamiento de terceros a través de créditos de proveedores y préstamos de corto plazo.

El método del periodo de desfase, por su parte, define la cantidad de recursos necesarios para financiar la totalidad de los costos de operación durante el lapso comprendido desde que se inician los desembolsos hasta que se recuperan los fondos a través de la cobranza de los ingresos generados por la venta.

El método del déficit acumulado máximo intenta ser menos conservador que el anterior e incorpora el efecto de los ingresos y egresos conjuntamente para determinar la cuantía del déficit que necesitará financiar el capital de trabajo.

Independiente del método de estimación de los requerimientos de capital de trabajo, dicha inversión constituye una inversión de largo plazo que permite financiar ciclos de corto plazo, el cual está determinado por el volumen de demanda, los costos de producción, el crédito del proveedor, el crédito a clientes, plazos de comercialización y producción, etcétera, por lo que durante la vida útil del proyecto el capital de trabajo estimado inicialmente para la operación normal y eficiente de un proyecto pudiera verse aumentado o reducido en función del comportamiento de las variables que lo determinan.

Además de las inversiones previas a la puesta en marcha, es importante incluir aquellas que deben realizarse durante la operación, debido a ampliaciones programadas o al reemplazo necesario para mantener el funcionamiento normal de la empresa que se crearía con el proyecto.

Preguntas y problemas

1. Explique el concepto de ciclo productivo.
2. Analice los distintos métodos que sirven para determinar el monto de la inversión en capital de trabajo.
3. Analice los factores de costos que influyen en el cálculo del monto óptimo para invertir en efectivo.
4. ¿En qué casos la incorporación de un calendario de inversiones puede cobrar especial importancia?
5. Describa las variables que influyen en la determinación del monto óptimo de la inversión en cuentas por cobrar.
6. ¿Qué efectos tiene la estacionalidad en las ventas sobre la inversión en capital de trabajo?
7. Explique por qué la variación en las ventas (en pesos) de un producto afecta el nivel de la inversión en capital de trabajo. Analice detalladamente todas las situaciones que puede identificar.
8. En el estudio de un proyecto de instalación de una estación de servicios, se busca calcular el monto para invertir en capital de trabajo. Los productos que venderán, la estimación de ventas mensuales, el costo de cada producto y el margen de utilidad son:

Productos	Ventas (m^3)	Costo ($/$m^3$)	Margen ($/$m^3$)
Gasolina	320	400	15
Diesel	150	370	12
Kerosene	20	250	14
Lubricantes	1	1 250	40

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Antecedentes de otras estaciones de servicio de la misma compañía señalan que la inversión en caja es prácticamente cero, que los créditos a clientes corresponden a pagos con tarjetas de crédito y equivalen a 1.5 días venta y que los inventarios corresponden a un promedio de 15 días costo. Por otra parte, se sabe que la gasolina, el diesel y el kerosene son suministrados por un solo proveedor y que en promedio la deuda equivale a 15 días costo. Los lubricantes se adquieren a otros proveedores que otorgan un crédito promedio de 30 días. Se supone que no hay estacionalidades en la operación del negocio.

Comente las siguientes afirmaciones:

a) La inversión en activos nominales debe considerarse solo como inversión inicial, ya que tienen valor de desecho.
b) El costo del estudio de factibilidad debe considerarse solo como inversión inicial, ya que es una inversión en activo intangible que se efectúa antes de la puesta en marcha del proyecto.
c) Para determinar la inversión inicial del proyecto deben sumarse algebraicamente las inversiones previas a la puesta en marcha.
d) Los desembolsos en arriendos, remuneraciones, seguros y publicidad efectuados antes de la puesta en marcha de un proyecto deben considerarse dentro de la inversión inicial de ese proyecto.
e) La depreciación acelerada de los activos constituye un subsidio a la inversión, cuyo monto depende de la tasa de interés y de la tasa de impuesto a las utilidades de la empresa.
f) El método del periodo de desfase para calcular el monto para invertir en capital de trabajo permite cubrir los déficits ocasionales de caja, pero no permite adiciones ni reducciones en dicho monto en función de los déficits o superávits de caja.
g) En el estudio de algunos proyectos de inversión puede concluirse que no se necesita invertir en capital de trabajo. Por ejemplo, cuando las ventas mensuales son cuatro veces los costos de ese mes.
h) En el calendario de inversiones previas a la puesta en marcha debe incluirse un ítem de gastos financieros que incluya el costo del capital de los recursos invertidos.
i) Si la inversión en capital de trabajo está correctamente calculada, no deberían presentarse adiciones ni reducciones en su nivel de inversión durante su vida útil.
j) Da lo mismo incluir o no el IVA en las inversiones del proyecto.
k) No forman parte de la inversión todos los costos de los estudios que requieren un proyecto, por lo que no se les puede incorporar en el flujo.
l) La construcción en el flujo de fondos de un calendario de inversiones se efectúa con el objeto de identificar las distintas partidas que hacen posible determinar la cuantía total de ellas. El valor resultante constituye la base para el cálculo del VAN. El capital de trabajo requerido se incorpora al proyecto en la medida en la que ello sea necesario, tomando en consideración los resultados operacionales de cada periodo. La estructuración del flujo de fondos estará dada por esas inversiones y por los resultados operacionales después de impuestos a que se ha hecho mención.
m) El estudio del proyecto no tiene mayor incidencia en el flujo, ya que constituye un desembolso inevitable.
n) Si en el estudio de mercado de la estrategia comercial de un proyecto se ha establecido que para lograr un determinado volumen de ventas es necesario otorgar créditos para el primer año de operación, en el flujo de caja respectivo para ese año solo podrán incorporarse los dineros efectivos recibidos, ya que lo que importa en la evaluación de proyectos es el flujo de caja y no la partida de cuentas por cobrar.
ñ) El capital de trabajo es una inversión que debe incorporarse al momento cero y cuya recuperación ocurrirá en el horizonte del proyecto.
o) Para la determinación del capital de trabajo, los factores clave que determinarán su cuantía son las cuentas por cobrar y la estacionalidad en la adquisición de las materias primas.
p) Suponga que un inversionista le entrega un estudio de prefactibilidad, el cual, de acuerdo con las técnicas de preparación y evaluación de proyectos, se encuentra bastante bien sustentado y fundamentado, con excepción de la determinación en capital de trabajo. Dicho

www.fullengineeringbook.blogspot.com

ítem fue establecido por el profesional encargado del estudio como un porcentaje del total de inversiones en activo fijo que requería el proyecto, las cuales, dadas las características tecnológicas, resultaron ser muy importantes. En no más de 30 líneas, exprese al inversionista sus comentarios al procedimiento que utilizó el profesional encargado del estudio.

q) En respuesta a sus comentarios a la pregunta anterior, el inversionista decide contratarlo con el fin de que establezca el procedimiento técnico para su cálculo, debiendo usted entregarle los términos de referencia de su investigación, el tiempo que demandaría el estudio y su costo. Responda solamente al primer punto, incluyendo los términos de referencia de su investigación e indicando la metodología que utilizaría y los resultados que pueden lograrse para incorporarlos en el flujo de caja.

Material complementario

Ejercicios recomendados del texto complementario: José Manuel Sapag, *Evaluación de proyectos*, *guía de ejercicios*, *problemas y soluciones*, McGraw-Hill, 3a. ed., 2007:

16. Compra de insumos, **17.** Metales S.A., **27.** Soda S.A., **28.** Central termoeléctrica, **29.** Sistemas de grabación digital, **30.** Elaboración de concentrado de pasta de tomate, **33.** Emsan, **34.** Traslado de planta, **37.** Centro virtual, **41.** Herencia, **42.** Marketing Technology, **43.** Toprint, **45.** Agua destilada, **46.** Vertiente natural Los Manantiales, **47.** Dr. Pepper, **48.** Centro de mantenimiento aéreo, **49.** Campos de hielo, **50.** Fábrica de neumáticos, **51.** S&F, **52.** Transporte ferroviario, **54.** Extracción de arena, **61.** Ferrocarriles del sur, **63.** Granja educativa

Bibliografía

Baumol, William, "The Transactions Demand for Cash: An Inventory Theoretical Approach" en *Quarterly Journal of Economics*, noviembre, 1952.

BID-ODEPLAN, *Industrialización de la papa. Curso interamericano de preparación y evaluación de proyectos*, BID-ODEPLAN, Santiago de Chile, 1977.

Brigham, E. F. y M. C. Ehrhardt, *Financial Management: Theory and Practice*, Thomson South-Western, 2008.

Gitman, L. J. y E. N. Ramos, *Principios de administración financiera*, Pearson Education, 2003.

Miller, M. y D. A. Orr, "Model of the Demand for Money in Firms" en *Quarterly Journal of Economics*, agosto, 1966.

Orgler, Yair, *Cash Management: Methods and Models*, Wadsworth, Belmont, 1970.

Pareja, I. V., *Decisiones de inversión: para la valoración financiera de proyectos y empresas*, Pontificia Universidad Javeriana, 2006.

Sapag, N. y R. Sapag, "Determinación de la inversión en capital de trabajo en proyectos con estacionalidad en la adquisición de materias primas y ventas constantes" en *Paradigmas en administración*, diciembre, 1984.

Sapag, Nassir, *Criterios de evaluación de proyectos*, McGraw-Hill, Madrid, 1993.

Sethi, S. y G. Thompson, "An Application of Mathematical Control Theory to Finance: Modeling Simple Dynamic Cash Balance Problems" en *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, diciembre, 1970.

Van Horne, J. C. y J. M. Wachowicz, *Fundamentals Of Financial Management*, Financial Times/Prentice Hall, 2005.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Capítulo 13

Beneficios del proyecto

En este capítulo se analizan los beneficios que pueden asociarse a un proyecto de inversión. Generalmente, estos son más significativos de lo que considera el común de los evaluadores en el proceso de preparación de los flujos de caja, no tanto por ignorancia, sino por estimar que algunos solo influyen muy marginalmente en los resultados del proyecto, lo que muchas veces no ocurre.

Sin embargo, como se mencionó en los primeros capítulos de este libro, el estudio de proyectos debe ser capaz de exhibir la mayor coherencia posible en los datos que explicarían el comportamiento futuro de los distintos componentes del flujo de caja. Una manera de hacerlo, especialmente en los estudios de prefactibilidad o factibilidad, es identificando la totalidad de los beneficios del proyecto, independientemente de su relevancia para el resultado final. Esto se justifica por dos razones: una, porque solo después de su determinación podrá calificarse su cuantía como relevante o irrelevante; y dos, porque al entregar un proyecto para la revisión por terceros, no puede omitirse una variable que, a juicio del revisor, pudiese ser más importante de lo que estima el propio evaluador.

13.1. Tipos de beneficios

Además de los ingresos directos o de los ingresos de explotación ocasionados por la venta del producto o servicio que generaría el proyecto, existen otros **beneficios** que deberán incluirse en un flujo de caja para determinar su rentabilidad.

Para ser consistente con lo señalado en el balance de maquinarias y en el calendario de inversiones de reemplazo, la posibilidad de la venta de los activos que se reemplazarán deberá considerarse como un tipo adicional de ingreso. Al generar una utilidad o pérdida contable que podría tener implicaciones tributarias importantes para el resultado del proyecto, esta venta deberá incluirse en el flujo de caja antes de calcularse el impuesto, o bien, podría reflejarse después de impuestos como valor de desecho comercial, el que ya incluye su efecto tributario por la venta.

Otro ingreso que podría identificarse en muchos proyectos es el ocasionado por la venta de subproductos o desechos. Si bien su cuantía generalmente no será significativa, su inclusión posibilita considerar una situación más cercana a la que podría enfrentar el proyecto. Los avances tecnológicos observados en los últimos años muestran la posibilidad de aprovechar prácticamente todos los residuos que generan los proyectos: el suero como alimento para animales en la fabricación de queso o las bolsas plásticas reciclables en las fábricas de leche que las reciben como devolución por producción no vendida, entre otros.

En muchos proyectos no hay ingresos directos relacionados con la inversión; por ejemplo, cuando se evalúa el reemplazo de un procedimiento administrativo manual por uno computacional o de un vehículo viejo por uno nuevo para el transporte de personal de la empresa. En ambos casos, el beneficio está dado por el ahorro de costos que pueda observarse entre la situación base y la situación con proyecto.

Un ahorro de costos más particular es el que puede obtenerse de los cálculos tributarios. Por ejemplo, si se está evaluando un proyecto para reemplazar un equipo totalmente depreciado por otro nuevo, deberá considerarse, para este último, la posibilidad concreta de que su depre-

www.fullengineeringbook.blogspot.com

ciación contable permitirá reducir la utilidad y, en consecuencia, el impuesto que sobre ella debería pagarse.

De igual manera, cuando en un proyecto se considera la conveniencia de reemplazar el vehículo de gerencia todos los años, por su impacto en la imagen corporativa de la empresa, probablemente su valor de venta será inferior al valor contable que representa el monto no depreciado que tenga en ese momento. La pérdida contable en la venta del activo hará disminuir la utilidad global del negocio y, por lo tanto, producirá un beneficio por la vía del ahorro tributario.

Los ingresos por la venta del producto o servicio, por la venta de activos o de residuos, o bien, la mayor disponibilidad de recursos que podría generar un ahorro en los costos, constituyen recursos disponibles para enfrentar compromisos financieros del proyecto.

Existen otros dos beneficios que deben considerarse para medir la rentabilidad de la inversión, pero que no constituyen recursos disponibles: la **recuperación del capital de trabajo** y el **valor de desecho** del proyecto.

Como se indicó en el capítulo 12, el capital de trabajo está constituido por un conjunto de recursos que, siendo absolutamente imprescindibles para el funcionamiento del proyecto, son parte del patrimonio del inversionista y por ello tienen el carácter de recuperables. Si bien no quedarán a su disposición al término del periodo de evaluación (porque el proyecto seguirá funcionando, en la mayoría de casos, después de ese periodo), son parte de lo que ese inversionista tendrá por haber hecho la inversión en el proyecto.

Al evaluar un proyecto, normalmente la proyección se hace para un tiempo inferior a su vida útil real. Por ello, al término del periodo de evaluación deberá estimarse el valor que podría tener el activo en ese momento, ya sea suponiendo su venta, considerando su valor contable o estimando la cuantía de los beneficios futuros que podría generar desde el término del periodo de evaluación hacia adelante. La inversión que se evalúa no solo entrega beneficios durante el periodo de evaluación, sino durante toda su vida útil. Esto obliga a buscar la manera de considerar esos beneficios futuros dentro de lo que se ha denominado **valor de desecho económico**.

Al igual que para el capital de trabajo, el valor de desecho no está disponible para enfrentar compromisos financieros. Si bien es un recurso del inversionista, considerarlo como disponible podría hacer que deba venderse la maquinaria para pagar un préstamo. Por ello se considera como un beneficio no disponible, pero que debe valorarse para determinar la rentabilidad de la inversión, ya que es parte del patrimonio que el inversionista podría tener si invierte efectivamente en el proyecto.

13.2. Valores de desecho

La estimación del valor que podría tener un proyecto después de varios años de operación es una tarea de por sí compleja. Muchas veces el factor decisivo entre varias opciones de inversión lo constituye el valor de desecho.

concepto clave

Método contable: calcula el valor de desecho como la suma de los valores contables (o valores libro) de los activos al final del periodo de evaluación.

Existen tres métodos para calcular el valor remanente que tendrá la inversión en el horizonte de su evaluación, y aunque cada uno conduce a un resultado diferente, su inclusión aporta, en todos los casos, información valiosa para tomar la decisión de aceptar o rechazar el proyecto. Dos de ellos valoran activos, y el tercero, la capacidad futura de generación de recursos.

13.2.1 Valor de desecho contable

El ***método contable*** calcula el valor de desecho como la suma de los valores contables (o valores libro) de los activos al final del periodo de evaluación.

recuerde y reflexione

El valor contable corresponde al valor de un activo que a esa fecha no se ha depreciado y que básicamente corresponde a la diferencia entre el valor de compra y su depreciación acumulada.

Generalmente se utiliza en los estudios de perfil y de prefactibilidad como:

www.fullengineeringbook.blogspot.com

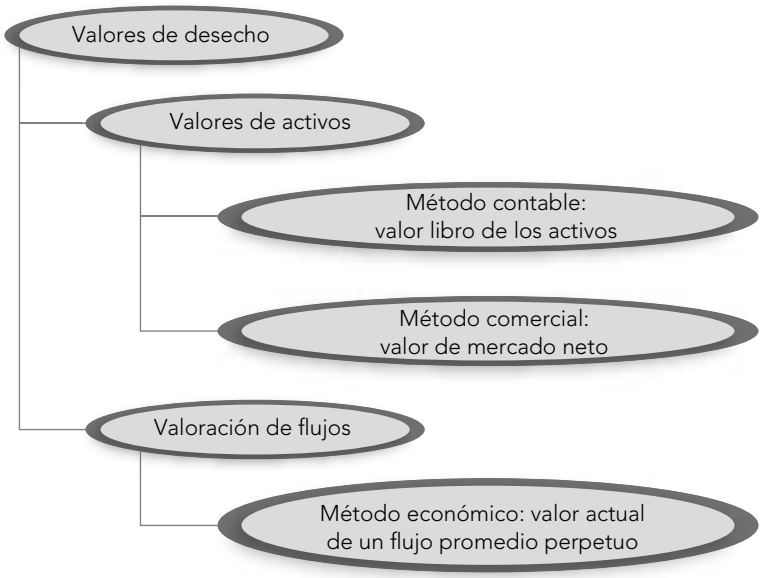


Figura 13.1

13.1

$$\sum_{j=1}^{n} I_j - \left(\frac{I_j}{n_j} * d_j\right)$$

donde:

$I_j =$ Inversión en el activo j
$n_j =$ Número de años por depreciar el activo j
$d_j =$ Número de años ya depreciados del activo j en el momento de hacer el cálculo del valor de desecho

En aquellos activos en los que no hay pérdida de valor por su uso, como los terrenos, no corresponde depreciarlos. Por ello se asignará, al término del periodo de evaluación, un valor igual al de su adquisición.

Por ejemplo, si el valor de uno de los activos (j) que se comprarán para el proyecto asciende a \$12 000 y si el Fisco permite depreciarlo en 15 años (n_j), su depreciación anual (I_j/n_j) será de 12 000/15 = \$800.

Si el proyecto se evalúa en un horizonte de 10 años (d_j), al término de su periodo de evaluación tendrá una depreciación acumulada (I_j/n_j)* d_j de \$8 000.

Por consiguiente, su valor contable o valor libro será, aplicando la ecuación 13.1, de:

13.2

$$12\,000 - \left(\frac{12\,000}{15} * 10\right) = 4\,000$$

que corresponde al valor de la adquisición (\$12 000) menos la depreciación acumulada (\$8 000).

En activos intangibles se aplicará el mismo procedimiento, aunque es frecuente que al término de su periodo de evaluación se encuentren totalmente amortizados, con excepción de aquellos en los que se considera que se mantendrá su valor (un derecho de llaves o una marca).

recuerde y reflexione

Por lo aproximado y conservador del método,[1] su uso se recomienda en el estudio de perfil y, ocasionalmente, en el de prefactibilidad. No obstante, cuando no existe información de mercado o resulte difícil de obtener, también se recomienda su uso.

[1] Siempre supone que el activo va perdiendo valor.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Por esta razón, y dado que los estudios de perfil o prefactibilidad permiten el uso de aproximaciones en su evaluación, el método contable compensa, con su criterio conservador, la falta de precisión en algunas estimaciones de costos y beneficios.

Sin embargo, es necesario tener presente que, cuanto más se empleen criterios conservadores en la formulación del proyecto, más negativos serán siempre los resultados arrojados por la evaluación. Si se aceptan las aproximaciones al efectuar las estimaciones de las variables económicas en los estudios de perfil y prefactibilidad, podría ya estar incorporándose, sin percibirlo, un elemento conservador, o pesimista. De esta manera, si luego se opta conscientemente por aplicar un valor de desecho conservador, como el que provee este método contable, el efecto negativo sería mayor aún.

13.2.2 Valor de desecho comercial

concepto clave

Método comercial: plantea que el valor de desecho de la empresa corresponderá a la suma de los valores comerciales que sería posible esperar, corrigiéndolos por su efecto tributario.

El segundo método parte de la base de que los valores contables no reflejan el verdadero valor que podrán tener los activos al término de su vida útil. Por tal motivo, el ***método comercial*** plantea que el valor de desecho de la empresa corresponderá a la suma de los valores comerciales que sería posible esperar de su venta, corrigiéndolos por su efecto tributario.

Obviamente, existe una gran dificultad para estimar cuánto podrá valer, por ejemplo, dentro de 10 años, un activo que todavía no se adquiere. Si bien hay quienes proponen que se busquen activos similares a los del proyecto con igual antigüedad de uso y determinar cuánto valor han perdido en ese plazo (para aplicar igual factor de pérdida de valor a aquellos activos que se adquirirían con el proyecto), esta respuesta no constituye una solución adecuada al problema, ya que no considera posible cambios en la tecnología, en los términos de intercambio ni en ninguna de las variables del entorno a las que nos referimos en el capítulo 2.

A lo anterior se agrega la dificultad práctica de su aplicación a proyectos que tienen una gran cantidad y diversidad de activos, lo que hace que el cálculo de sus valores de mercado se constituya en una tarea verdaderamente titánica.

Si bien no parece conveniente recomendar este método en la formulación de un proyecto nuevo, sí podría tener valor en aquellos que se evalúan en una empresa en funcionamiento, en la que son pocos los activos en los que se invertirá. Es el caso de los proyectos de reemplazo, donde frecuentemente el activo que se evalúa es uno solo; de los proyectos de ampliación, en los que generalmente no son muchos los activos que se agregarían a los existentes; o de los proyectos de abandono, total o parcial, como el de una línea de productos en la cual el valor comercial que se requiere calcular de los activos es precio vigente en el mercado.

Complementariamente, podría obtenerse información del mismo proveedor, pues probablemente tendrá más conocimiento del mercado secundario del valor del activo. En otras ocasiones, podría obtenerse información de áreas o departamentos de empresas que utilizan regularmente el activo en cuestión e indagar acerca de los valores que eventualmente podrían obtenerse en el momento de su reemplazo.

Cualquiera que sea el caso en el que se aplique, se presenta, sin embargo, una complejidad adicional: la necesidad de incorporar el efecto tributario que generaría la posibilidad de hacer efectiva su venta.

Si el activo tuviese un valor comercial mayor al contable, generará un impuesto por la utilidad contable generada.

El cálculo del valor de desecho mediante la corrección de los valores comerciales después de impuestos puede efectuarse mediante dos procedimientos que conducen a igual resultado. En ambos casos se requerirá determinar la utilidad contable sobre la cual se aplicará la tasa de impuesto vigente; para ello se restará el costo de la venta, que corresponde al valor contable del activo, al precio de mercado estimado de venta.

Para mostrar su aplicación usaremos un ejemplo simple: suponga que el proyecto se evalúa en un horizonte de tiempo de cinco años, que el activo será adquirido en $1 000 y que su vida útil contable es de 10 años. La depreciación anual será de $100 ($1 000 divididos entre diez años), lo que significa que en cinco años se tenga una depreciación acumulada de $500. Si se estima que el valor comercial del activo será al cabo de cinco años equivalente a $650, la utilidad con-

www.fullengineeringbook.blogspot.com

table será de $150. Suponiendo que la tasa de impuestos a las utilidades fuese de 20%, correspondería pagar $30 en impuestos.

El valor de desecho comercial será entonces de $620, que resulta de restar los $30 de impuesto a los $650 del valor comercial.

El segundo procedimiento para llegar a ese mismo resultado es sumar el valor contable que se dedujo para calcular la utilidad contable antes de impuestos a la utilidad después de impuestos, por cuanto no constituye un flujo de caja desembolsable.

De esta manera, se tendría lo siguiente:

Cuadro 13.1

Valor comercial	$650
– Valor contable	$500
= Utilidad antes de impuestos	$150
– Impuesto (20%)	$30
= Utilidad neta	$120
+ Valor contable	$500
= Valor de desecho	$620

Cuando al activo se le asigna un valor comercial inferior al valor contable, se producen pérdidas contables. En este caso no podría afirmarse, como muchos lo hacen, que no hay efectos tributarios. Lo más probable es que haya beneficios tributarios, puesto que la pérdida reduciría las utilidades de la empresa.

El ahorro de este impuesto es un beneficio que debe reconocerse y relacionarse con el proyecto, ya que sin su venta la empresa deberá pagar un impuesto mayor que el que pagaría si hiciera la venta.

recuerde y reflexione

Lo anterior se aprecia más fácilmente si se agrega al ejemplo anterior un segundo activo que podría venderse en $400, aunque tuviera un valor contable de $500; la venta de los dos activos en su conjunto, tendría el siguiente efecto:

Cuadro 13.2

Concepto	Activo 1($)	Activo 2($)	Total($)
+ Valor comercial	650	400	1 050
– Valor contable	(500)	(500)	1 000
= Utilidad antes de impuestos	150	(100)	50
– Impuesto	(30)	20	(10)
= Utilidad neta	120	(80)	40
+ Valor contable	500	500	1 000
= Valor de desecho	620	420	1 040

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Vender los dos activos genera $10 de impuestos, mientras que cuando se vendía solo uno debía pagar $30. Es decir, la venta del segundo activo le permite a la empresa ahorrarse $20.

recuerde y reflexione

Cuando la empresa como un todo tenga utilidades contables, el ahorro de impuestos corresponderá exactamente a la tasa de impuestos multiplicada por la pérdida contable del activo que se vendería a precios inferiores a los de su valor contable.

En el ejemplo anterior, dado que la utilidad (pérdida) contable antes de impuesto sería de menos $100, el ahorro de impuestos correspondería a 20% de esa cifra, es decir $20. De aquí se explica que el valor de desecho sea superior al valor comercial del activo. Por una parte, se obtiene el beneficio de su venta y, por otra, el del ahorro de impuestos.

13.2.3 Valor de desecho económico

El método económico supone que el proyecto valdrá lo que es capaz de generar a perpetuidad, es decir, refleja de alguna manera la valorización de flujos netos del proyecto más allá del horizonte de evaluación explícito. Dicho de otra forma, puede estimarse el costo valor que un comprador estaría dispuesto a pagar por el negocio en el momento de su estimación.[2]

concepto clave

Método económico: supone que el proyecto valdrá lo que es capaz de generar desde el momento en el que se evalúa y hacia adelante, es decir, refleja de alguna manera la valorización de flujos netos del proyecto más allá del horizonte de evaluación explícito.

Según el **método económico**, el valor del proyecto será el equivalente al valor actual de los beneficios netos de caja futuros. Es decir,

13.3

$$VD = \sum_{t=1}^{n} \frac{(B - C)_t}{(1 + i)^t}$$

donde:

VD = valor de desecho del proyecto; $(B - C)_t$ = beneficio neto, o beneficio menos costo, de cada periodo t, e i = tasa exigida como costo de capital.

Sin embargo, este modelo obliga a estimar nuevamente para el periodo n el valor de desecho que tendría por segunda vez el proyecto. A este respecto, Sapag[3] propone estimar un flujo perpetuo a futuro y calcular su valor actual. Para ello, toma un flujo normal y le resta la depreciación como una forma de incorporar el efecto de las inversiones de reemplazo necesarias para mantener la capacidad productiva (y, por lo tanto, el flujo) también como un promedio anual perpetuo. De esta forma, el valor de desecho quedaría como:

13.4

$$VD = \frac{(B - C)_k - Dep_k}{i}$$

donde:

$(B - C)_k$ = beneficio neto del año normal k, y Dep_k = depreciación del año k

Lo anterior no es otra cosa que la utilidad neta de impuestos actualizada como una perpetuidad, ya que, el flujo de caja corresponde a la utilidad neta más la depreciación del ejercicio.

Si el flujo neto de caja fuese $12 000, la depreciación $2 000 y la tasa de costo de capital de 10%, el valor de desecho sería:

13.5

$$VD = \frac{12\,000 - 2\,000}{0.1} = 100\,000$$

[2] Puede simularse que el propio dueño del proyecto lo "compra" a sí mismo.

[3] Nassir Sapag, *Proyectos de inversión, formulación, evaluación*, Prentice Hall, México, 2011.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Es decir, aunque el flujo normal esperado como promedio a perpetuidad sea de $12 000, se descuentan $2 000 como compensación anual por las reinversiones que necesariamente deberán hacerse a futuro por reposición de activos. Si se exige un retorno de 10% a la inversión solo valorando el proyecto en $100 000, los $10 000 disponibles permitirán obtener ese 10%. Así, en lugar de incorporar el efecto de las reinversiones como un solo monto, se hará difiriéndolo en varios periodos, cuyo número dependerá de la vida útil contable.

Cuando una empresa o un determinado proyecto crece a una tasa de crecimiento orgánica, algunos analistas incorporan este efecto en el cálculo del valor de desecho. El **Modelo de Gordon** para la valuación del crecimiento constante señala que cuando un flujo crece a una tasa orgánica permanente, la tasa de costo de capital utilizada debe ser reducida en el valor del crecimiento perpetuo. Con ello se reduce el factor de descuento y aumenta el valor resultante, por lo que el valor del crecimiento orgánico queda representado de esta manera:

13.6

$$VD = \frac{(B - C)_k - Dep_k}{i - g}$$

La simplicidad del modelo hace pensar en la conveniencia de aplicarlo en cualquiera de los tres niveles de estudio de viabilidad. Sin embargo, su aplicación dependerá de cuál sea el contexto de lo que se esté evaluando. No obstante, la cuota de depreciación incluida en la fórmula, no necesariamente representará la inversión en Capex requerido para financiar el crecimiento orgánico, en cuyo caso, se recomienda utilizar el valor de una inversión anual equivalente que considere las inversiones asociadas a la mayor capacidad instalada, así como también los momentos en que ocurran.

Generalmente, cuando se valoran empresas en funcionamiento basado en la proyección de flujos, resulta altamente recomendable la aplicación de este criterio, pues el objetivo es determinar el valor justo de la compañía más allá del horizonte explícito considerado, pues cuando una empresa tiene historia, el valor de los activos intangibles (imagen de marca, posicionamiento, participación de mercado alcanzada, conocimiento del negocio, relaciones establecidas con clientes y proveedores, experiencia del recurso humano, etcétera) se refleja justamente en la valorización perpetua de sus flujos. Es probable que si en dicho caso se utiliza un criterio basado en activos, el valor resultante de la compañía no necesariamente reflejaría el valor justo de ella.

Resulta importante señalar que cuando se requiera valorar una empresa en funcionamiento, para el vendedor el momento actual constituye el valor de desecho del proyecto, pudiendo analizarlo mediante los tres criterios. Obviamente, si su negocio no ha funcionado de manera correcta, podría querer decir que la actualización de sus resultados futuros proyectados signifique que el valor comercial sea superior al económico, en cuyo caso la liquidación de empresa por activos a valor comercial sea su mejor opción. Sin embargo, para el posible comprador, su adquisición significará su inversión inicial. De acuerdo con lo anterior, resulta importante señalar que el eventual comprador tal vez traiga su propio plan de desarrollo para la empresa y/o modelo de negocio, lo cual podría significar que los flujos esperados para él fuesen muy distintos a la capacidad demostrada por la empresa en manos del actual propietario. En este caso, ¿cuál debe ser el valor económico de la empresa: los resultados actuales proyectados o los resultados esperados por el inversionista?

El modelo de negocio, así como también el plan de desarrollo del comprador, le pertenecen a él, por lo que su decisión final dependerá de lo que pudiera significarle montar una nueva empresa por su cuenta *versus* compartir parte de los resultados esperados con el vendedor del negocio, el cual no conoce las perspectivas futuras que el eventual comprador podría generar con su modelo de negocio.

13.2.4 Algunas consideraciones relacionadas con los valores de desecho

Si bien con la aplicación de cualquiera de los tres métodos se logra demostrar, de manera matemática, un mayor beneficio en el resultado del proyecto, al incorporar la cuantificación del valor remanente de la inversión. No siempre la estimación del valor de desecho obedece a un benefi-

www.fullengineeringbook.blogspot.com

cio para el proyecto, pues en algunos casos los costos de salida pudieran ser mayores que los beneficios obtenidos por la liquidación de los activos. El pago de indemnizaciones a los trabajadores por años de servicio en la empresa, los costos de desarme y entrega de las instalaciones y los costos derivados del desprendimiento de eventuales desechos podrían ser mayores que los ingresos por venta de los activos.

Por otra parte, también es determinante el modelo de negocio asociado al proyecto en estudio; por ejemplo, si se trata de una concesión tipo BOT, es decir, construir, operar y transferir, no resulta posible la enajenación de los activos, pues el contrato establece su transferencia al final del periodo de concesión, en cuyo caso no podrá incorporarse un valor de desecho.

Asimismo, si lo que se pretende medir es el flujo de la capacidad de pago, es decir, en qué medida el resultado neto de la operación es capaz de pagar la inversión requerida y/o un préstamo, entonces la incorporación del valor de desecho del proyecto y la recuperación del capital de trabajo no se incluyen en la evaluación por no constituir parte del resultado de la operación del negocio.

En relación con la recuperación de la inversión en capital de trabajo, debe mencionarse un último elemento, de inclusión o exclusión, según el método de que se trate. Si bien es cierto que el capital de trabajo constituye para la empresa un activo que debe agregarse al remanente de la inversión al término del periodo de evaluación, y por ello debe sumarse al flujo de caja si el valor de desecho se calcula por los métodos contable o comercial, cuando se calcula por el método económico no debe incluirse, porque sin capital de trabajo no resulta posible generar flujos futuros.

Como puede apreciarse, los tres métodos llevan a resultados diferentes. Sin embargo, aunque no hay un criterio que permita determinar que uno sea mejor que otro, es posible recomendar su uso en determinadas condiciones.

Si la vida útil real del proyecto supera ampliamente el horizonte de evaluación, el valor de desecho económico es el más representativo como criterio de estimación. Cuando el proyecto tiene una vida útil definida, lo correcto sería aplicar el método comercial, que considera la liquidación de los activos que no seguirán produciendo flujos futuros.

Cuando la cantidad de activos es muy grande, a veces se hace imposible proyectar el precio de mercado que tendría cada uno de ellos. En este caso, puede recurrirse a dos opciones: usar el método contable o agrupar los activos para su valoración. En este último caso se recomienda hacer el esfuerzo de calcular el valor potencial de mercado de aquellos activos que concentran el mayor valor relativo, y el contable para el resto.

Cuando se evalúa un proyecto de reemplazo de un activo cuyas vidas útiles contable y real difieren mucho, no es válido el valor de desecho contable debido a la distorsión que genera.

Resumen

Los beneficios de un proyecto son más que el simple ingreso por venta del producto o servicio que elaboraría la empresa que se crearía con su aprobación. Un análisis completo debe incluir los ingresos por venta de activos y por venta de desechos, los ahorros de costos y los efectos tributarios. Si bien no constituyen ingresos, existen dos beneficios que es necesario incluir por constituir parte del patrimonio que tendría el inversionista si se hace la inversión: el valor de desecho del proyecto y la recuperación del capital de trabajo.

El valor de desecho puede estimarse mediante tres métodos: el de valor contable o libro, el de valor comercial y el de valor económico. No obstante, no siempre el valor de desecho constituirá un beneficio para el proyecto. Cuando los costos de salida son mayores que los beneficios por la liquidación de los activos, pudiera darse el caso de que en el neto el valor resultante sea negativo. De cualquier modo, es muy importante contextualizar lo que se está evaluando, pues cuando se trata de valorar una compañía o proyectos cuyo horizonte efectivo sea mucho mayor al utilizado para la evaluación, la incorporación del valor de desecho económico cobra especial validez. De cualquier modo, al evaluar un proyecto es recomendable ser más conservador que optimista en el análisis, sin perjuicio de los análisis de sensibilidad que pueden realizarse posteriormente; por ello resulta más recomendable la estimación del valor de desecho basado en activos que en flujos.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Especial importancia reviste la recuperación del capital de trabajo en la determinación del criterio de estimación del valor de desecho, pues un valor de desecho económico valoriza los flujos futuros de la empresa o del proyecto más allá del horizonte de evaluación explícito, razón por la cual considerar la recuperación del capital de trabajo conjuntamente con un valor de desecho económico resulta incompatible, pues sin capital de trabajo no es posible generar flujos futuros.

Preguntas y problemas

1. Explique por qué debe considerarse el valor de desecho de un proyecto.
2. Analice los diferentes tipos de beneficios que pueden identificarse en un proyecto.
3. Explique cómo un proyecto de reemplazo de un vehículo nuevo por otro viejo puede generar beneficios tributarios.
4. Explique la diferencia entre la amortización de un activo intangible y la depreciación.
5. Señale las alternativas de modificación de un precio que tendrían que analizarse en un proyecto de inversión.
6. En qué casos resulta recomendable un método de estimación de valores de desecho y en cuáles no.
7. Explique en qué casos el valor de desecho del proyecto puede ser negativo y en cuáles no se requiere su inclusión.
8. En el estudio de un proyecto se calcularon las siguientes inversiones con los años de depreciación que se indican:

Ítem	Inversión	Periodo de depreciación
Terreno	10 000	—
Construcción	80 000	40 años
Maquinaria	30 000	15 años
Equipos y muebles	10 000	10 años

   Determine el valor de desecho al final del año cinco y al final del año 10 mediante el método contable.
9. Un proyecto considera la compra de dos maquinarias por un valor de $10 000 cada una. Contablemente, se deprecian ambas en 10 años, aunque se estima conveniente su reemplazo al final del año ocho. Una de las máquinas trabajará a dos turnos y la otra solo a uno, por lo que se presume que su valor comercial al final del año ocho será de $3 000 y $1 500, respectivamente.

   Elabore un cuadro para determinar el valor de desecho individual y el valor de desecho conjunto de ambas máquinas si el impuesto sobre las utilidades es de 15%.
10. Al fallecer el padre de Alejandro, este recibe de herencia un terreno en el cual existía un galpón de 450 m^2. Para desarrollar el proyecto que tenía en mente, el cual consistía en la creación de una central de distribución mayorista, Alejandro debe invertir $40 000 en remodelaciones y en la compra de un par de vehículos. Sin embargo, él no sabe si incluir en la evaluación del proyecto el valor de desecho de los activos o el valor de los activos heredados. ¿Qué le recomendaría desde el punto de vista metodológico?
11. El flujo de caja promedio perpetuo identificado en un proyecto es el que se muestra en el siguiente cuadro:

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Ingresos	20 000
− Costos variables	3 000
− Costos fijos	6 000
− Depreciación	2 000
Utilidad antes del impuesto	9 000
− Impuesto (15%)	1 350
Utilidad neta	7 650
+ Depreciación	2 000
Flujo de caja	9 650

¿Cuál es el valor de desecho si la empresa exige una rentabilidad de 12% anual?

Comente las siguientes afirmaciones:

a) No siempre es necesario incluir el valor de desecho en un flujo, ya que influye muy marginalmente en la rentabilidad por estar al final del periodo de evaluación.
b) Un proyecto de reemplazo de una computadora no puede evaluarse económicamente, ya que no tiene ingresos asociados.
c) El capital de trabajo se recupera al final del periodo de evaluación.
d) Los tres métodos para calcular el valor de desecho conducen a resultados diferentes pero muy similares, por lo que es indiferente usar cualquiera de ellos.
e) En un proyecto para reemplazar un solo activo, da lo mismo incluir su valor comercial como venta de activo antes de impuestos que como valor de desecho por el método comercial.
f) El valor de desecho calculado por el método económico es más alto que si se calcula el valor actual de la utilidad contable promedio perpetuo.
g) Para calcular el valor económico de una empresa en marcha deberá incluirse el criterio de valor de desecho económico al horizonte del proyecto.
h) Cuando el valor comercial de un activo es inferior al valor libro, entonces su valor de desecho es negativo.
i) Todo proyecto que no tenga capacidad de pago será rentable. Por eso da lo mismo el método por el cual se calcule el valor de desecho de los activos.
j) En el análisis de alternativas tecnológicas tanto en un proyecto en funcionamiento como en uno nuevo, los valores de desecho en una u otra opción tienen las mismas posibilidades de ser tratados en el flujo.
k) Al vender un activo por reemplazo durante la operación de un proyecto, su cálculo de valor de desecho puede hacerse mediante el criterio contable, el comercial o el económico. El capital de trabajo que hubiese sido requerido para la operación de ese activo también se recuperará en ese momento.
l) La inversión en capital de trabajo es una inversión de largo plazo.
m) El valor libro de los activos constituye una información de tipo contable, puesto que para la determinación del flujo del proyecto debe considerarse el valor residual de ellos.

Material complementario

Ejercicios recomendados del texto complementario: José Manuel Sapag, *Evaluación de proyectos*, *guía de ejercicios*, *problemas y soluciones*, McGraw-Hill, 3a. ed., 2007:

21. Valores de desecho, **27**. Soda S.A., **28.** Central termoeléctrica, **29.** Sistemas de grabación digital, **30.** Elaboración de concentrado de pasta de tomate, **33.** Emsan, **34.** Traslado de planta, **36.** Externalización de servicios de transporte, **37.** Centro virtual, **38.** *Outsourcing* supermercado, **39.** Fábrica de calzados, **40.** Testamento II, **41.** Herencia, **42.** Marketing Tech-

www.fullengineeringbook.blogspot.com

nology, **47.** Dr. Pepper, **48.** Centro de mantención aéreo, **49.** Campos de hielo, **61.** Ferrocarriles del Sur, **62.** Exportaciones de bacalaos

Bibliografía

Álvarez, C., *Evaluación financiera de proyectos*, Ediciones Universitarias de Valparaíso, Valparaíso, 1995.

Bierman, H., C. Bonini y W. Hausman, *Análisis cuantitativo para la toma de decisiones*, Addison-Wesley Iberoamericana S.A., EE.UU, 1994.

De Velasco, Emilio, *El precio: variable estratégica de marketing*, McGraw-Hill, Madrid, 1994.

Miranda, J., *Los proyectos: la unidad operativa del desarrollo*, ESAP, Santafé de Bogotá, 1994.

Monroe, Kent B., *Política de precios*, McGraw-Hill, Madrid, 1992.

Ross, Elliot B., "Marketing Money With Proactive Pricing" en *Harvard Business Review*, 62: 145-155 (1984).

Sapag, Nassir, "Estimación de precios mínimos en el estudio de proyectos de inversión" en *Paradigmas en administración*, 13: 57-63, Chile, 1988.

_____, *Criterios de evaluación de proyectos*. McGraw-Hill, Madrid, 1993.

_____, *Evaluación de inversiones en la empresa: outsourcing, reemplazo, ampliación, abandono e internalización*. CIADE-Universidad de Chile, Santiago de Chile, 1998.

_____, *Proyectos de inversión, formulación, evaluación*, Prentice Hall, México, 2006.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Capítulo 14

Construcción de flujos de caja

La información básica para realizar la proyección del flujo de caja la proporcionan los estudios de mercado, técnico, organizacional y financiero. Al proyectar el flujo de caja será necesario incorporar información adicional relacionada con los efectos tributarios de la depreciación, con la amortización del activo nominal, con el valor residual, con las utilidades y pérdidas, principalmente.

El problema más común en la construcción de un flujo de caja es que existen diferentes fines: medir la rentabilidad del proyecto, medir la rentabilidad de los recursos propios y medir la capacidad de pago frente a los préstamos que ayudaron a su financiación, o bien, frente a la misma inversión realizada. También se producen diferencias cuando el proyecto es financiado con deuda, *leasing* o mediante alguna otra fuente de financiamiento.

Por otra parte, la manera como se construye un flujo de caja también difiere si es un proyecto de creación de una nueva empresa o si se evalúa en una empresa en funcionamiento.

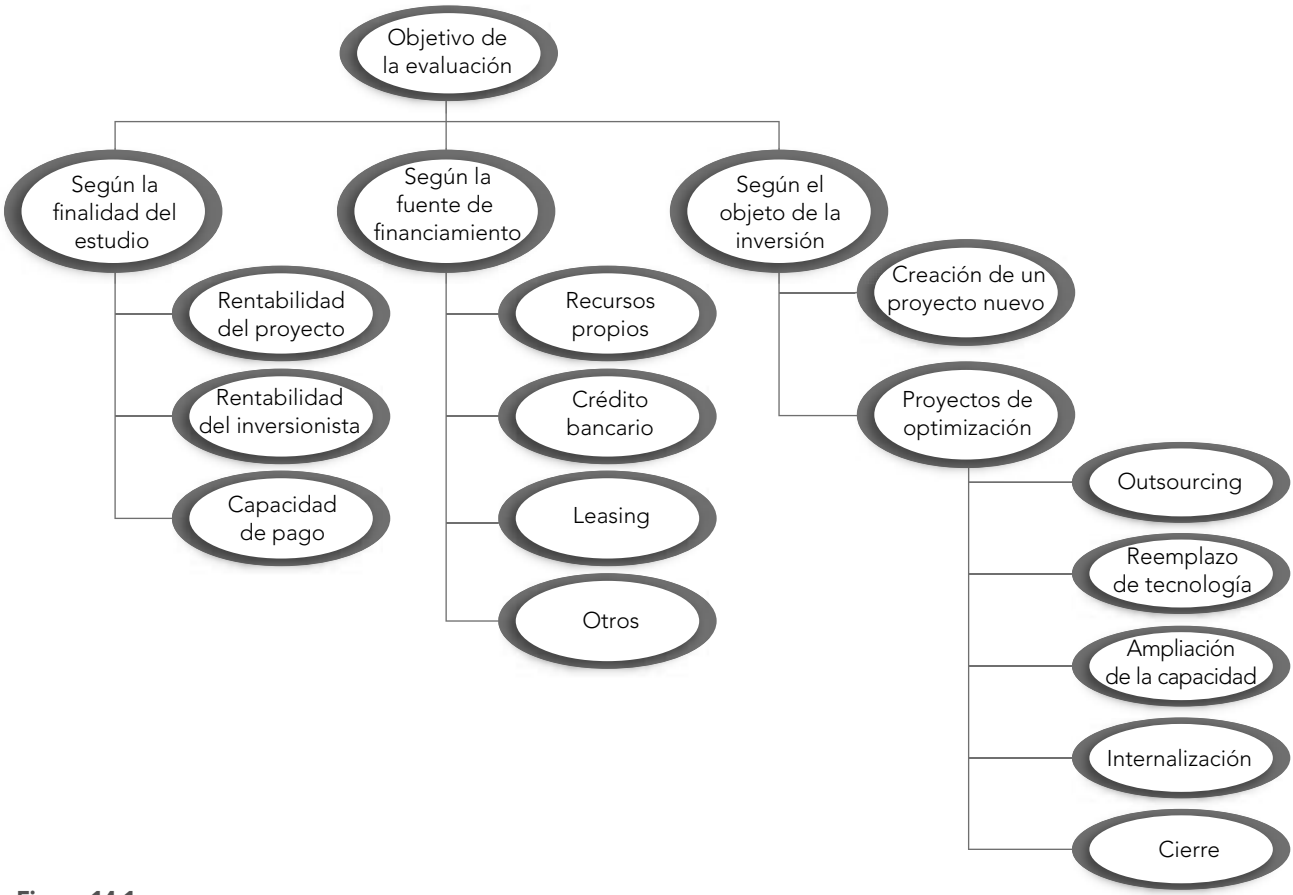


Figura 14.1

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Las diferentes combinaciones que dan origen a distintos flujos de caja, obliga al preparador y evaluador de proyectos a definir y establecer con claridad qué es lo que requiere evaluar y para qué; de lo contrario, se presentarán confusiones respecto de qué elementos deberá incluir en el modelo de evaluación.

14.1. Elementos del flujo de caja

conceptos claves

Egresos iniciales: se refieren al total de la inversión inicial requerida para la puesta en marcha del proyecto.

Ingresos y egresos de operación: constituyen todos los flujos de entradas y salidas reales de caja.

El flujo de caja de cualquier proyecto se compone de cuatro elementos básicos: *a*) ingresos y egresos de operación, *b*) egresos iniciales de fondos, *c*) momento en el que ocurren estos ingresos y egresos, y *d*) valor de desecho o salvamento del proyecto.

Los **egresos iniciales** corresponden al total de la inversión inicial requerida para la puesta en marcha del proyecto. El capital de trabajo, no necesariamente implicará un desembolso en su totalidad antes de iniciar la operación, ya que parte de él puede requerirse en periodos posteriores, por lo tanto al inicio sólo deberá considerarse lo requerido para financiar el primer periodo proyectado, ya que deberá quedar disponible para que el administrador del proyecto pueda utilizarlo en su gestión. De acuerdo con lo indicado en el capítulo 12, la inversión en capital de trabajo puede producirse en varios periodos.

Los **ingresos y egresos de operación** constituyen todos los flujos de entradas y salidas reales de caja. Es usual encontrar cálculos de ingresos y egresos basados en los flujos contables en estudio de proyectos, los cuales, por su carácter de causados o devengados, no necesariamente ocurren de manera simultánea con los flujos reales. Por ejemplo, la contabilidad considera como ingreso el total de la venta, sin reconocer la posible recepción diferida de los ingresos si es que esta se hubiese efectuado a crédito. Asimismo, concibe como egreso la totalidad del costo de ventas, que por definición corresponde solo al costo de los productos vendidos, sin inclusión de aquellos en los que se haya incurrido por concepto de elaboración de productos para existencias.

La diferencia entre flujos devengados o efectivos resulta necesaria, ya que el momento en el que realmente se hacen efectivos los ingresos y los egresos será determinante para la determinación de los requerimientos de capital de trabajo, pues justamente estos recursos permiten financiar ese desfase.

recuerde y reflexione

El flujo de caja se expresa en momentos, que corresponde a los intervalos de tiempo definidos para efectuar la proyección de flujos, los cuales pueden ser mensuales, trimestrales, semestrales o anuales. El criterio de selección de intervalos obedecerá a la magnitud y relevancia de los flujos considerados en la evaluación, donde el costo de oportunidad de los recursos desempeña un rol importante en su determinación.

El momento cero reflejará todos los egresos previos a la puesta en marcha del proyecto. Si se proyecta reemplazar un activo durante el periodo de evaluación, se aplicará la convención de que en el momento del reemplazo se considerará tanto el ingreso por la venta del equipo antiguo como el egreso por la compra del nuevo. Con esto se evitarán las distorsiones ocasionadas por factores que tienen que ver con el momento en el que se logra vender efectivamente un equipo usado o con las condiciones de crédito de un equipo que se adquiere.

Los costos que componen el flujo de caja se derivan de los estudios de mercado, técnico y organizacional analizados en los capítulos anteriores. Cada uno de ellos define los recursos básicos necesarios para la operación óptima en cada área y cuantificó los costos de su utilización.

Un egreso que no es proporcionado como información por otros estudios y que debe incluirse en el flujo de caja del proyecto es el **impuesto a las utilidades**. No obstante, el levantamiento de este tipo de información generalmente se realiza en el estudio legal.

Para su cálculo deben tomarse en cuenta algunos gastos contables que no constituyen movimientos de caja, pero que permiten reducir la utilidad contable sobre la cual deberá pagarse el impuesto correspondiente. Estos gastos, conocidos como no desembolsables, están constituidos por las depreciaciones de los activos fijos, la amortización de activos intangibles y el valor libro o contable de los activos que se venden.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Puesto que el desembolso se origina al adquirirse el activo, los gastos por depreciación no implican un gasto en efectivo, sino uno contable para compensar la pérdida de valor de los activos por su uso, mediante una reducción en el pago de impuestos. Cuanto mayor sea el gasto por depreciación, menor será el ingreso gravable, también conocido como base imponible y, por lo tanto, también el impuesto pagadero por las utilidades del negocio.

Aunque existen muchos métodos para calcular la depreciación, en los estudios de viabilidad, generalmente se acepta la convención de que es suficiente aplicar el **método de depreciación lineal o línea recta**, sin valor residual; es decir, supone que se deprecia todo el activo en proporción similar cada año.

concepto clave

Método de depreciación lineal o línea recta: supone que se deprecia todo el activo en proporción similar cada año.

Lo anterior se justifica porque la depreciación no es un egreso efectivo de caja, por lo que solo influye en la rentabilidad del proyecto por sus efectos indirectos sobre los impuestos. Al depreciarse, por cualquier método se obtendrá el mismo ahorro tributario, diferenciándose sólo el momento en el que ocurre. Como el efecto es tan marginal, se opta por el método de línea recta, que, además de ser más fácil de aplicar, es el que entrega el escenario más conservador.

Una clasificación usual de costos los agrupa, según el objeto del gasto, en costos de fabricación, gastos de operación, financieros y otros.

Los **costos de fabricación** pueden ser directos o indirectos (estos últimos también son conocidos como gastos de fabricación). Los directos están compuestos por los materiales directos y la mano de obra directa, que debe incluir remuneraciones, previsión social, indemnizaciones, gratificaciones y otros desembolsos relacionados con un salario o sueldo. Los costos indirectos se componen por: la mano de obra indirecta (jefes de producción, choferes, personal de reparación y mantenimiento, personal de limpieza, guardias de seguridad), los materiales indirectos (repuestos, combustibles y lubricantes, útiles de aseo) y los gastos indirectos, como energía (electricidad, gas, vapor), comunicaciones (teléfono, radio, fax, intercomunicadores), seguros, arriendos, depreciaciones, etcétera.

Los **gastos de operación** están constituidos por los gastos de venta y los gastos generales y de administración. Los de ventas están compuestos por gastos laborales —sueldos, seguro social, gratificaciones y otros—, comisiones de ventas y cobranzas, publicidad, empaques, transporte y almacenamiento. Los gastos generales y de administración por su parte consideran los gastos laborales, de representación, de seguros, de alquileres, de materiales y útiles de oficina, de depreciación de edificios administrativos y equipos de oficina, de impuestos y otros.

Los **gastos financieros**, cuando se trata de proyectos financiados por terceros, están constituidos por los gastos de intereses de los préstamos obtenidos.

En el ítem "otros gastos" se agrupa la estimación de incobrables y un castigo por imprevistos, que usualmente corresponde a un porcentaje sobre el total de los gastos.

14.2. Horizonte de evaluación

El **horizonte de evaluación** depende de las características de cada proyecto. Si este tiene una vida útil esperada posible de prever y si no es de larga duración, lo más conveniente es construir el flujo en ese número de años. Si, por el contrario, no tiene una permanencia definida, resulta importante establecer un horizonte de evaluación que permita considerar la conveniencia de la decisión en el largo plazo. Sin embargo, el concepto de largo plazo es relativo, pues no es equivalente medir la rentabilidad de un proyecto de una terminal portuaria que la de un proyecto de un local de comida rápida. Generalmente el periodo de recuperación de la inversión es bastante mayor en el primer caso que en el segundo, razón por la cual el horizonte de evaluación necesariamente será mayor en el caso del proyecto portuario, aun cuando pudiera corregirse en la estimación del valor de desecho.

Lo anterior no es obstáculo para que determinadas decisiones alternativas a lo largo del estudio del proyecto se hubiesen valuado conforme a un horizonte distinto al del proyecto. Por ejemplo, en el estudio organizacional, al determinar la conveniencia de que el aseo de las oficinas y del local industrial se efectúe mediante un *outsourcing* o personal interno, la decisión podría tener un horizonte de evaluación bastante menor que el del proyecto, proyectándose posteriormente las cifras de acuerdo con el resultado obtenido.

En segundo orden está el **grado de obsolescencia** al que está sujeto el proyecto en estudio, que de alguna manera está relacionado con la velocidad del ciclo de vida del producto o servi-

www.fullengineeringbook.blogspot.com

cio que se está analizando. Aquellos proyectos que están más vulnerables a la obsolescencia tecnológica, social o cultural, necesariamente deberán ser evaluados conforme a un horizonte menor que aquellos que presentan un caso de obsolescencia más reducida, como puede ser el de un determinado diseño textil respecto de un proyecto de envasado de sal.

La **estabilidad del entorno** también juega un rol importante en la determinación del horizonte de evaluación, pues mientras menor sea el grado de estabilidad política, económica, social, regulatoria, ambiental y tecnológica, el nivel de credibilidad de los flujos proyectados necesariamente será menor, siendo prácticamente imposible validar la proyección, lo que no ocurre cuando el entorno es más estable, por lo que también existe una correlación entre horizonte de evaluación y estabilidad del entorno.

Por último, también hay un aspecto relacionado con el cálculo matemático del VAN. Mientras mayor sea el horizonte de evaluación, menor será el valor presente de los flujos finales en el cálculo del VAN, pues el factor de descuento de los flujos proyectados es cada vez mayor, situación que se potencia cuando el costo de capital utilizado para el descuento de los flujos es alto.

No siempre la determinación del horizonte de evaluación constituirá un aspecto a definir, pues en el caso de una concesión, el tiempo del proyecto se encuentra acotado por el plazo otorgado para la misma. No obstante lo anterior, si se trata, por ejemplo, de una concesión a 50 años, probablemente el tiempo requerido para evaluar la conveniencia económica del proyecto sea bastante menor que el tiempo otorgado para la explotación del negocio, en cuyo caso el horizonte de evaluación utilizado podría diferir del plazo. Analizar la conveniencia económica de asignar recursos a una determinada iniciativa de inversión, no necesariamente implica considerar la totalidad de la vida útil del proyecto, pues en este caso dicha respuesta puede obtenerse en un menor plazo, incluso los flujos no explícitos pudieran considerarse en la estimación del valor de desecho económico.

14.3. Estructura de un flujo de caja

La construcción de los flujos de caja puede basarse en una estructura general que se aplica a cualquier finalidad del estudio de proyectos.

Para un proyecto que busca medir la **rentabilidad de la inversión**, el ordenamiento propuesto es el que se muestra en el cuadro 14.1.

Cuadro 14.1

+ Ingresos afectos a impuestos
– Egresos afectos a impuestos
= EBITDA
– Gastos no desembolsables
= Resultado antes de impuesto /EERR
– Impuesto
= Resultado después de impuesto
+ Ajustes por gastos no desembolsables
= Resultado operacional neto
– Egresos no afectos a impuestos + Beneficios no afectos a impuestos
= Flujo de caja

[1] EBITDA corresponde a las siglas en inglés de: *earnings before interest, tax, depreciation, amortization*, concepto que se analizará más adelante.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Ingresos y egresos afectos a impuesto son todos aquellos que aumentan o disminuyen la utilidad contable de la empresa, como los ingresos de explotación, los costos directos y los gastos de administración y ventas también denominados costos indirectos de fabricación. **Gastos no desembolsables** son aquellos que para fines de tributación son deducibles, pero no ocasionan salidas de caja, como la depreciación, la amortización de los activos intangibles o el valor libro de un activo que se venda. Por no ser salidas de caja, se restan primero para aprovechar su descuento tributario y se suman en el ítem "Ajuste por gastos no desembolsables", con lo cual se incluye solo su efecto tributario. **Egresos no afectos a impuesto** son las inversiones, ya que no aumentan ni disminuyen la riqueza contable de la empresa por el solo hecho de adquirirlos. **Beneficios no afectos a impuesto** son ingresos que generan y que no provienen de la operación del negocio, como es el caso del valor de desecho del proyecto y la recuperación del capital de trabajo si corresponde.

conceptos claves

Ingresos y egresos afectos a impuesto: son todos aquellos que aumentan o disminuyen la utilidad contable de la empresa.

Gastos no desembolsables: son aquellos que para fines de tributación son deducibles, pero no ocasionan salidas de caja.

Egresos no afectos a impuesto: son las inversiones, ya que no aumentan ni disminuyen la riqueza contable de la empresa por el solo hecho de adquirirlos.

Beneficios no afectos a impuesto: son ingresos que generan y que no provienen de la operación del negocio.

Como se explicó en el capítulo anterior, la recuperación del capital de trabajo no debe incluirse como beneficio cuando el valor de desecho se calcula por el método económico, ya que representa el valor del negocio funcionando. Sin embargo, pudiera darse el caso de que durante la operación proyectada ocurriesen recuperaciones anticipadas de capital de trabajo, por menor demanda, reducción de costos de los insumos o aumento de plazos de pago del proveedor. Ninguno de estos casos está disponible como ingreso, aunque son parte del patrimonio explicado por la inversión en el negocio.

Suponga que se estima posible producir y vender 50 000 unidades anuales de un producto a $500 cada una durante los dos primeros años y a $600 a partir del tercer año, cuando el producto se haya consolidado en el mercado. Las proyecciones de ventas muestran que a partir del sexto año estas podrían incrementarse en 20%.

El estudio técnico definió una tecnología óptima para el proyecto que requeriría las inversiones para un volumen de 50 000 unidades que se señalan en el cuadro 14.2.

Cuadro 14.2

Terrenos	$12 000 000
Obras físicas	$60 000 000
Maquinarias	$48 000 000

Una de las maquinarias, cuyo valor es de $10 000 000, debe reemplazarse cada ocho años por otra similar. La máquina usada podría venderse en $2 500 000.

El crecimiento de la producción para satisfacer el incremento de las ventas requeriría invertir $12 000 000 en obras físicas adicionales y $8 000 000 en maquinarias.

Los costos de fabricación para un volumen de hasta 55 000 unidades anuales se muestran en el cuadro 14.3.

Cuadro 14.3

Mano de obra	$20
Materiales	$35
Costos indirectos	$5

Sobre este nivel de producción es posible importar directamente los materiales a un costo unitario de $32.

Los costos fijos de fabricación se estiman en $2 000 000, sin incluir depreciación. La ampliación de la capacidad hará que estos costos se incrementen en $200 000.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Los gastos de administración y ventas se estiman en $800 000 anuales los primeros cinco años y en $820 000 cuando se incremente el nivel de operación. Los gastos de venta variables corresponden a comisiones de 2% sobre ventas. La legislación vigente permite depreciar las obras físicas en 20 años y todas las máquinas, en 10 años.

Los activos intangibles se amortizan linealmente en cinco años. Los gastos de puesta en marcha ascienden a $2 000 000, dentro de los que se incluye el costo del estudio de viabilidad, que alcanza $800 000.

La inversión en capital de trabajo se estima en el equivalente a seis meses de costo total desembolsable. La tasa de impuestos a las utilidades es de 20% y la rentabilidad exigida al capital invertido es de 12%.

La depreciación se obtiene al aplicar la tasa anual asignada a cada activo, tal como se desprende del cuadro 14.4.

Cuadro 14.4

Activos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Obra física inicial	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000
Obra física ampliación						600	600	600	600	600
Maquinaria inicial (a)	3 800	3 800	3 800	3 800	3 800	3 800	3 800	3 800	3 800	3 800
Maquinaria inicial (b)	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000		
Maquinaria reemplazo									1 000	1 000
Maquinaria ampliación						800	800	800	800	800
Depreciación total	7 800	7 800	7 800	7 800	7 800	9 200	9 200	9 200	9 200	9 200

La amortización de intangibles corresponde a 20% anual del total de activos intangibles posibles de contabilizar, incluido el costo del estudio, asumiendo que se trata de la creación de una nueva empresa. El valor libro es el saldo por depreciar del activo que se vende al término del octavo año. Como este tuvo un costo de $10 millones y se deprecia en 10 años, su valor libro corresponde a $2 millones.

Para anular el efecto de haber incluido gastos que no constituían egresos de caja, se suma la depreciación, la amortización de intangibles y el valor libro. La razón de incluirlos primero y eliminarlos después obedece a la importancia de incorporar el efecto tributario que estas cuentas ocasionan a favor del proyecto.

Al final del quinto año, se anota la inversión para enfrentar la ampliación de la capacidad de producción a partir del sexto año, y en el momento ocho, la inversión para reponer el activo vendido. La inversión en capital de trabajo se calcula como 50% (medio año) de los costos anuales desembolsables; se anota primero en el momento cero y, luego, el incremento en esta inversión, en los momentos dos y cinco.

El **valor de desecho** se calculó por el método económico, dividiendo el flujo del año 10, sin valor de desecho, menos la depreciación anual, entre la tasa de retorno exigida.

En el cuadro 14.5 se muestra el resultado del flujo de caja del proyecto.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Cuadro 14.5

Concepto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos		25 000	25 000	30 000	30 000	30 000	36 000	36 000	36 000	36 000	36 000
Venta activo									2 500		
Costos variables		(3 000)	(3 000)	(3 000)	(3 000)	(3 000)	(3 420)	(3 420)	(3 420)	(3 420)	(3 420)
Costos fab. fijos		(2 000)	(2 000)	(2 000)	(2 000)	(2 000)	(2 200)	(2 200)	(2 200)	(2 200)	(2 200)
Comisiones venta		(500)	(500)	(600)	(600)	(600)	(720)	(720)	(720)	(720)	(720)
Gastos administración y venta		(800)	(800)	(800)	(800)	(800)	(820)	(820)	(820)	(820)	(820)
EBITDA		18 700	18 700	23 600	23 600	23 600	28 840	28 840	31 340	28 840	28 840
Depreciación		(7 800)	(7 800)	(7 800)	(7 800)	(7 800)	(9 200)	(9 200)	(9 200)	(9 200)	(9 200)
Amortización intangible		(400)	(400)	(400)	(400)	(400)					
Valor libro									(2 000)		
Resultado antes de impuesto		10 500	10 500	15 400	15 400	15 400	19 640	19 640	20 140	19 640	19 640
Impuesto		(2 100)	(2 100)	(3 080)	(3 080)	(3 080)	(3 928)	(3 928)	(4 028)	(3 928)	(3 928)
Resultado después de impuestos		8 400	8 400	12 320	12 320	12 320	15 712	15 712	16 112	15 712	15 712
Depreciación		7 800	7 800	7 800	7 800	7 800	9 200	9 200	9 200	9 200	9 200
Amortización intangible		400	400	400	400	400					
Valor libro									2 000		
Resultado operacional neto		16 600	16 600	20 520	20 520	20 520	24 912	24 912	27 312	24 912	24 912
Inversión inicial	(121 200)										
Inversión de reemplazo									(10 000)		
Inversión de ampliación						(20 000)					
Inversión capital trabajo	(3 150)		(50)			(380)					
Valor de desecho											139 117
Flujo de caja	**(124 350)**	**16 600**	**16 550**	**20 520**	**20 520**	**140**	**24 912**	**24 912**	**17 312**	**24 912**	**164 029**

www.fullengineeringbook.blogspot.com

conceptos claves

Flujo de la rentabilidad de los activos: es la rentabilidad de toda la inversión; es una medición independiente del origen de los recursos, donde se considera el valor comercial de los activos.

Rentabilidad del patrimonio: se trata de la rentabilidad de los recursos propios.

14.4. Flujo de caja del inversionista

El flujo de caja analizado en la sección anterior permite medir la rentabilidad de toda la inversión, también conocida como **flujo de la rentabilidad de los activos**, que es una medición independiente del origen de los recursos, donde se considera el valor comercial de los activos. Si quisiera medirse la rentabilidad de los recursos propios, o **rentabilidad del patrimonio**, deberá agregarse el efecto del financiamiento a fin de incorporar el impacto económico del apalancamiento de la deuda.

Como los intereses del préstamo son un gasto afecto a impuesto, deberá diferenciarse qué parte de la cuota pagada a la institución que otorgó el préstamo es interés y cuál es amortización de la deuda o devolución del principal, ya que el interés se incorporará antes de impuesto, mientras que la amortización de capital, por no constituir cambio en la riqueza de la empresa, no está afecta a impuesto.

Por último, deberá incorporarse como ingreso no afecto a impuesto el efectivo del préstamo para que, por diferencia, resulte el monto que debe asumir el inversionista mediante recursos propios.

recuerde y reflexione

Para incorporar estos efectos existen dos posibilidades que llevan al mismo resultado. La primera es adaptar la estructura expuesta, incorporando en cada etapa los efectos de la deuda; la segunda es realizar lo que algunos denominan **flujo ajustado**.

En el primer caso la estructura general del flujo queda como se muestra en el cuadro 14.6.

Cuadro 14.6

+ Ingresos afectos a impuestos
– Egresos afectos a impuestos
EBITDA
– Intereses del préstamo
– Gastos no desembolsables
= Resultado antes de impuesto
– Impuesto
= Resultado después de impuesto
+ Ajustes por gastos no desembolsables
– Egresos no afectos a impuestos
+ Beneficios no afectos a impuestos
+ Préstamo
– Amortización de la deuda
= Flujo de caja

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Si para el ejemplo del acápite anterior se supone que el inversionista obtendrá un préstamo inicial de $80 000 000 a una tasa de interés real de 8% que deberá pagar en cuotas anuales iguales durante ocho años, lo primero que tendrá que calcularse es el monto de las cuotas y la composición de cada una de ellas entre intereses y amortización.

El monto de la cuota anual se calcula aplicando la siguiente ecuación:

14.1
$$C = P = \frac{i(1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1}$$

donde C es el valor de la cuota, P el monto del préstamo, i la tasa de interés y n el número de cuotas en las que se pagará el crédito.

Al reemplazar con los antecedentes del ejemplo, se tiene:

14.2
$$C = 80\,000\,000\,\frac{0.08(1 + 0.08)^8}{(1 + 0.08)^8} = 13\,921$$

Si se recurre a una planilla electrónica como Excel, por ejemplo, el monto de la cuota puede calcularse usando la opción *Función* del menú *Insertar*: se selecciona *Financieras* en la categoría de función y se elige *Pago* en el nombre de la función. En el cuadro *Pago* se escribe 8% en la casilla correspondiente a *Tasa*, el número 8 en la casilla *Nper* y 80 000 000 (con signo negativo) en la casilla *VA*. Al marcar la opción *Aceptar*, se obtiene el valor de la cuota.

Para diferenciar la parte de la cuota que corresponde a los intereses de la que es amortización, se elabora una tabla de desarrollo del crédito que expresa, en la primera columna, el saldo de la deuda al inicio de cada año; en la segunda, el monto que amortizará la deuda inicial, calculada como la diferencia entre la cuota y el interés por pagar, como se aprecia en el cuadro 14.7.

Cuadro 14.7

Saldo deuda ($)	Cuota ($)	Interés ($)	Amortización ($)
80 000	13 921	6 400	7 521
72 479	13 921	5 798	8 123
64 356	13 921	5 148	8 773
55 583	13 921	4 447	9 474
46 108	13 921	3 689	10 232
35 876	13 921	2 870	11 051
24 825	13 921	1 986	11 935
12 890	13 921	1 031	12 890

Al incorporar el monto del préstamo, los intereses anuales y la amortización de capital de cada periodo, el flujo de caja del inversionista queda como se muestra en el cuadro 14.8.

Note cómo, en el momento cero, la inversión neta se reduce a $44 350 000, lo que hace que la rentabilidad del proyecto difiera de la rentabilidad del patrimonio.

La rentabilidad porcentual del proyecto es de 15.77%, mientras que la rentabilidad de los recursos propios invertidos en ese mismo proyecto es de 21.97%.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Cuadro 14.8

Concepto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos		25 000	25 000	30 000	30 000	30 000	36 000	36 000	36 000	36 000	36 000
Venta activo									2 500		
Costos variables		(3 000)	(3 000)	(3 000)	(3 000)	(3 000)	(3 420)	(3 420)	(3 420)	(3 420)	(3 420)
Costos fab. fijos		(2 000)	(2 000)	(2 000)	(2 000)	(2 000)	(2 200)	(2 200)	(2 200)	(2 200)	(2 200)
Comisiones venta		(500)	(500)	(600)	(600)	(600)	(720)	(720)	(720)	(720)	(720)
Gastos administración y venta		(800)	(800)	(800)	(800)	(800)	(820)	(820)	(820)	(820)	(820)
EBITDA		18 700	18 700	23 600	23 600	23 600	28 840	28 840	31 340	28 840	28 840
Depreciación		(7 800)	(7 800)	(7 800)	(7 800)	(7 800)	(9 200)	(9 200)	(9 200)	(9 200)	(9 200)
Amortización intangible		(400)	(400)	(400)	(400)	(400)					
Valor libro									(2 000)		
Resultado antes de impuestos		10 500	10 500	15 400	15 400	15 400	19 640	19 640	20 140	19 640	19 640
Impuesto		(2 100)	(2 100)	(3 080)	(3 080)	(3 080)	(3 928)	(3 928)	(4 028)	(3 928)	(3 928)
Resultado después de impuestos		8 400	8 400	12 320	12 320	12 320	15 712	15 712	16 112	15 712	15 712
Depreciación		7 800	7 800	7 800	7 800	7 800	9 200	9 200	9 200	9 200	9 200
Amortización intangible		400	400	400	400	400					
Valor libro									2 000		
Resultado operacional neto		16 600	16 600	20 520	20 520	20 520	24 912	24 912	27 312	24 912	24 912
Inversión inicial	(121 200)										
Inversión de reemplazo									(10 000)		
Inversión de ampliación						(20 000)					
Inversión capital trabajo	(3 150)		(50)			(380)					
Valor de desecho											139 117
Flujo de caja	**(124 350)**	**16 600**	**16 550**	**20 520**	**20 520**	**140**	**24 912**	**24 912**	**17 312**	**24 912**	**164 029**

conceptos claves

Base imponible: el resultado antes de impuesto

Beneficio tributario de la deuda: representa el ahorro tributario que genera el hecho de endeudarse.

Costo de la deuda: representa el gasto derivado del costo o tasa del crédito.

Costo efectivo de la deuda: refleja el costo de la deuda ajustado por el efecto tributario.

Los gastos financieros pueden deducirse, del resultado antes de impuesto, lo que permite reducir el valor base sobre el cual deberá calcularse el impuesto corporativo. Por ello, surge el concepto de **beneficio tributario de la deuda**, que representa el ahorro tributario que genera. Justamente por este efecto se diferencia el **costo de la deuda** respecto del **costo efectivo de la deuda**. Mientras el primero representa el gasto derivado del costo o tasa del crédito, el segundo refleja el mismo costo ajustado por el efecto tributario. Lo mismo ocurre con la tasa del préstamo donde surge el concepto de tasa de la deuda y tasa efectiva de la deuda. Para aclarar mejor el concepto se analizará el ejemplo del cuadro 14.9.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Cuadro 14.9

Concepto	SIN deuda	CON deuda
Ingresos	10 000	10 000
Costo de venta	(6 500)	(6 500)
Gastos de administración y ventas	(2 000)	(2 000)
EBITDA	1 500	1 500
Intereses crédito	0	(1 000)
Depreciaciones	(200)	(200)
Resultado antes de impuestos	1 300	300
Impuestos 20%	(260)	(60)
Resultado después de impuestos	1 040	240
Depreciaciones	200	200
Flujo Neto	**1 240**	**440**
Diferencial	800	

Al comparar el flujo neto sin deuda con el flujo neto con deuda, se produce un diferencial de $800 en circunstancias que la única diferencia entre ambos flujos son los $1 000 asociados al gasto financiero. En principio debiera esperarse que la diferencia sea de $1 000; sin embargo, como el gasto financiero es deducible de la base imponible o estado de resultados, 20% de dicho gasto actúa como beneficio. El costo de la deuda sigue siendo $1 000, pero el costo efectivo de la deuda es $800, lo que es equivalente a decir:

Costo efectivo de la deuda = costo de la deuda * (1 – impuesto corporativo)

CED = CD * (1 – tc)
CED = $1 000 * (1 – 20%)
CED = $800

Lo mismo ocurre con la **tasa de la deuda** y la **tasa efectiva de la deuda**. Supóngase que el gasto financiero del ejemplo anterior proviene de un endeudamiento inicial de $10 000 a 10% anual con un año de gracia. En este caso la tasa de la deuda es 10% anual; sin embargo, la tasa efectiva es de 8% anual, pues es producto del ahorro o beneficio tributario, lo que efectivamente termina pagando la empresa es 8%, de esta manera:

Tasa efectiva de la deuda = tasa de la deuda * (1 – impuesto corporativo)

TED = TD * (1 – tc)
TED = 10% * (1 – 20%)
TED = 8%

www.fullengineeringbook.blogspot.com

recuerde y reflexione

Otra manera de llegar al flujo del inversionista es calculando ambos efectos de manera independiente y luego ajustando el flujo de caja del proyecto con el efecto neto de la deuda. Esto se conoce como **VAN ajustado** y se logra agregando el efecto del ahorro tributario de los intereses del crédito, el cual, al incluirse como un gasto, permite bajar la utilidad contable del proyecto y, por lo tanto, el monto del impuesto por pagar.

Para comprender mejor lo espuesto, supóngase el siguiente **proyecto puro** o económico cuya tasa de rentabilidad exigida es 13% anual.

Cuadro 14.10

Flujo de caja proyecto puro	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos de explotación		62 000	68 200	75 020	82 522	90 774
Costo de explotación		(40 300)	(44 330)	(48 763)	(53 639)	(59 003)
Gastos de administración		(10 000)	(10 000)	(10 000)	(10 000)	(10 000)
Depreciación activos		(8 000)	(8 000)	(8 000)	(8 000)	(8 000)
Resultado antes de impuesto		3 700	5 870	8 257	10 883	13 771
Ahorro tributario 20%		(740)	(1 174)	(1 651)	(2 177)	(2 754)
Resultado después de impuesto		2 960	4 696	6 606	8 706	11 017
Depreciación activos		8 000	8 000	8 000	8 000	8 000
Inversión activos	(40 000)					
Valor desecho activos						10 000
Flujo neto activos	**(40 000)**	**10 960**	**12 696**	**14 606**	**16 706**	**29 017**
VAN 13%	**15 760**					
TIR activos	**25.7%**					

Al no haber deuda, la rentabilidad de los activos es equivalente a la rentabilidad del patrimonio. Note además que el proyecto puro, proyecto económico o flujo de los activos fue descontado de la tasa exigida a los activos. En el capítulo 16 se abordará la estimación de tasas con la debida profundidad.

Supóngase además que el inversionista dispone únicamente de 60% de la inversión inicial y que por consiguiente deberá endeudarse o apalancarse por 40% de la inversión total a cinco años a un costo de 5.5% anual.

Porcentaje de deuda	40%
Monto del préstamo	16 000
Tasa anual préstamo	5.50%
Número de periodos	5

El valor de la cuota anual del crédito es de $3 747. Sin embargo, dado que los gastos financieros son deducibles de impuesto, deberá confeccionarse la tabla de desarrollo de la deuda. Esto se aprecia en el cuadro 14.11.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Cuadro 14.11

Periodo	Gasto financiero	Amortización de capital	Valor cuota	Saldo insoluto	Ahorro tributario	Costo efectivo de la deuda
Año 1	(880)	(2 867)	(3 747)	13 133	176	(704)
Año 2	(722)	(3 024)	(3 747)	10 109	144	(578)
Año 3	(556)	(3 191)	(3 747)	6 918	111	(445)
Año 4	(380)	(3 366)	(3 747)	3 551	76	(304)
Año 5	(195)	(3 551)	(3 747)	0	39	(156)

Con esta tabla se procederá a construir el flujo de la deuda de manera independiente del flujo del proyecto puro o flujo económico, como se muestra en el cuadro 14.12.

Cuadro 14.12

Flujo de caja de la deuda	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Gastos financieros		(880)	(722)	(556)	(380)	(195)
Resultado antes de impuesto		(880)	(722)	(556)	(380)	(195)
Ahorro tributario 20%		176	144	111	76	39
Costo efectivo de la deuda		(704)	(578)	(445)	(304)	(156)
Amortizaciones de capital		(2 867)	(3 024)	(3 191)	(3 366)	(3 551)
Crédito	16 000					
Flujo neto deuda	**16 000**	**(3 571)**	**(3 602)**	**(3 636)**	**(3 671)**	**(3 708)**
VAN 5.50%	**483**					

Como puede observarse, el flujo de la deuda está construido de manera totalmente independiente del flujo del proyecto puro. Note que el flujo de la deuda está descontado de la tasa de la deuda, no de la tasa del proyecto. Con ello, el VAN de la deuda es equivalente al valor presente del ahorro tributario, pues tanto los gastos financieros como las amortizaciones de capital fueron proyectados utilizando la misma tasa con la que se descontaron los flujos de la deuda, neutralizando el efecto.

La diferencia entre el flujo de los activos y el flujo de la deuda corresponde al flujo del inversionista, tal como se observa en el flujo del cuadro 14.13.

Cuadro 14.13

Flujo de caja del inversionista	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Flujo neto activos	(40 000)	10 960	12 696	14 606	16 706	29 017
Flujo neto deuda	16 000	(3 571)	(3 602)	(3 636)	(3 671)	(3 708)
Flujo neto inversionista	(24 000)	7 389	9 094	10 970	13 035	25 309
VAN ajustado	16 242					
TIR patrimonio	35.9%					

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Al sumar el **VAN de los activos** con el **VAN de la deuda**, entonces se obtiene el VAN ajustado. Se denomina de esta manera porque el VAN de los activos se ajusta por el efecto económico de la deuda correspondiente al valor presente del ahorro tributario.

Al observar este fenómeno, podría suponerse que mientras mayor sea la exposición de deuda, mayor será el VAN ajustado. Si bien matemáticamente es correcto, no lo es desde el punto de vista conceptual, pues mientras mayores sean los niveles de deuda, las probabilidades de quiebra o de *default* y los costos de quiebra asociados son mayores, por lo que inevitablemente el flujo de los activos se verá afectado. Posiciones elevadas de deuda conllevan a lo que se denomina *financial distress* o **angustia financiera**, lo que significa que cuando existe una alta exposición a deuda se generan señales adversas con los clientes en sus decisiones de compra, con los proveedores en sus decisiones de abastecimiento, con los bancos en sus decisiones de financiamiento, con los trabajadores en sus decisiones de permanencia y con los canales de distribución en sus decisiones de abastecimiento afectando el flujo de los activos. Por lo tanto, para que la deuda agregue valor en el análisis, esta deberá ser libre de riesgo; es decir, la relación entre la capacidad operacional y los compromisos financieros debe ser de tal holgura que incluso ante escenarios de contracciones económicas la empresa sea capaz de hacer frente a sus compromisos financieros sin que le signifique problemas.

Cuando la probabilidad de quiebra y los costos de quiebra aparecen, entonces el flujo de los activos se verá adversamente afectado; por ello la deuda agrega valor pero hasta cierto límite, tal como se ilustra en la siguiente figura.

concepto clave

Angustia financiera: posiciones elevadas de deuda que generan señales adversas con los clientes en sus decisiones de compra, con los proveedores en sus decisiones de abastecimiento, con los bancos en sus decisiones de financiamiento, con los trabajadores en sus decisiones de permanencia y con los canales en sus decisiones de distribución, etcétera.

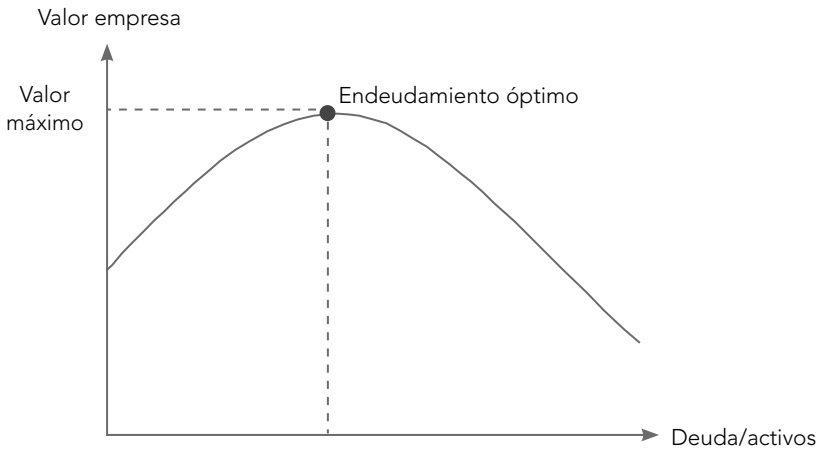


Figura 14.2

La figura 14.2 muestra cómo el VAN de un proyecto o el valor de una empresa en funcionamiento va aumentando de valor medida en que el nivel de endeudamiento aumenta también. No obstante, ello crece a tasas decrecientes hasta llegar a su punto máximo donde el beneficio marginal de la deuda se iguala con su costo marginal. Ese punto se denomina endeudamiento óptimo, pues maximiza el valor del proyecto o empresa, según sea el caso. La relación deuda/activos que determina el punto óptimo no se obtiene de aplicar un ratio predeterminado, sino que dependerá en qué medida los flujos generados por la operación del proyecto sean capaces de servir la deuda. Mientras mayor sea la diferencia entre el flujo operacional y el flujo de la deuda, mayor espacio habrá para apalancarse.

Una fuente alternativa de financiamiento de las inversiones de un proyecto lo constituye el ***leasing***, instrumento mediante el cual la empresa puede disponer de determinados activos con anterioridad a su pago.

concepto clave

***Leasing*:** instrumento mediante el cual la empresa puede disponer de determinados activos con anterioridad a su pago.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Para fines tributarios, el tratamiento del *leasing* difiere entre los países de acuerdo con su propia normativa. En Chile, por ejemplo, el total de la cuota es deducible del impuesto a la renta, considerándose similar a un arrendamiento.[2]

recuerde y reflexione

Si se incorpora la opción de *leasing* para financiar una parte de la inversión, en el momento cero aparecerá sólo la inversión que no es financiada con este mecanismo, observándose el mismo efecto que para el flujo del inversionista,[3] es decir, ser tratado como un arrendamiento; la cuota total se resta antes de impuesto, con lo cual la depreciación se reduce sólo a aquellos activos que se financian por la compra, compensando así el efecto tributario en ambos casos.

14.5. Flujos de caja de proyectos en empresas en marcha

El análisis de las decisiones de inversión en empresas en marcha se diferencia del de proyectos de nuevos negocios particularmente por la irrelevancia de algunos costos y beneficios que se observarán, en el primer caso, en las situaciones con y sin proyecto. Por ejemplo, si se evalúa reemplazar un vehículo, el sueldo del chofer o del guardia de seguridad es irrelevante para la decisión, ya que cualquiera que sea la marca que se elija, la remuneración seguirá siendo la misma. Los costos y beneficios comunes a ambas alternativas no influirán en la decisión que se tome. Sin embargo, sí lo harán aquellos que modifiquen la estructura de costos o ingresos.

recuerde y reflexione

Los proyectos más comunes en empresas en marcha se refieren a los de reemplazo, ampliación, externalización o internalización de procesos o servicios y los de abandono.

Los **proyectos de reemplazo** se originan por una capacidad insuficiente de los equipos existentes, un aumento en los costos de operación y mantenimiento asociados con la antigüedad del equipo, una productividad decreciente por el aumento en las horas de detención por reparaciones o mejoras, o una obsolescencia comparativa derivada de cambios tecnológicos.

Los proyectos de reemplazo pueden ser de tres tipos: *a*) sustitución de activos sin cambios en los niveles de operación ni ingresos, *b*) sustitución de activos con cambios en los niveles de producción, ventas e ingresos, y *c*) sustitución imprescindible de un activo con o sin cambio en el nivel de operación.

Los **proyectos de ampliación** pueden enfrentarse por sustitución de activos (cambio de una tecnología pequeña por otra mayor) o por complemento de activos (agregación de tecnología productiva a la existente).

La **externalización de procesos o servicios** (conocida como *outsourcing*) tiene los beneficios de permitir la concentración de esfuerzos, compartir riesgo de la inversión con el proveedor, liberar recursos para otras actividades, generar ingresos por venta de activos y aumentar eficiencia al traspasar actividades a expertos, entre otros. Sus principales desventajas son la pérdida de control sobre la actividad, la dependencia de prioridades de terceros, el traspaso de información y el mayor costo de operación al tener que pagar a un tercero su propio margen de ganancias. Los **proyectos de internalización de procesos o servicios** permiten aumentar la productividad —si logra reducir los costos mediante la disminución de recursos manteniendo el nivel de operación— o el nivel de actividad, disminuyendo las capacidades ociosas sin incrementar los recursos.

Los **proyectos de abandono** se caracterizan por posibilitar la eliminación de áreas de negocio no rentables o por permitir la liberalización de recursos para invertir en proyectos más rentables.

Todos los proyectos que se originan en empresas en funcionamiento pueden ser evaluados por dos procedimientos alternativos. El primero de ellos, de más fácil comprensión, consiste en pro-

conceptos claves

Proyectos de internalización de procesos o servicios: permiten aumentar la productividad o el nivel de actividad, disminuyendo las capacidades ociosas sin incrementar los recursos.

Proyectos de abandono: posibilitan la eliminación de áreas de negocio no rentables o permiten la liberalización de recursos para invertir en proyectos más rentables.

[2] Esto es sólo para fines tributarios, por cuanto en el balance se activa el total de su valor y se deprecia anualmente.

[3] En este caso, en el momento cero se anota sólo aquella parte de la inversión que corresponde financiar antes del inicio de la operación porque el pago por la compra de los activos se hace diferido en los años del *leasing*.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

yectar por separado los flujos de la situación actual y de la situación nueva. El otro, más rápido pero de más difícil interpretación, busca proyectar el flujo incremental entre ambas situaciones. Ambas alternativas conducen a idéntico resultado.

Suponga que una empresa en funcionamiento está estudiando la posibilidad de reemplazar un equipo de producción que utiliza actualmente por otro que permitirá reducir los costos de operación. El equipo antiguo se adquirió hace dos años en $1 000 000. Hoy podría venderse en $700 000. Sin embargo, si se continúa con él, podrá usarse durante cinco años más, al cabo de los cuales podrá venderse en $100 000.

La empresa tiene costos de operación asociados al equipo de $800 000 anuales y paga impuestos de 10% sobre las utilidades.

Si compra el equipo nuevo, por un valor de $1 600 000, el equipo actual quedará fuera de uso, por lo que podría venderse. El nuevo equipo podrá usarse durante cinco años antes de tener que reemplazarlo. En ese momento podrá venderse en $240 000. Durante el periodo de uso, permitirá reducir los costos de operación asociados al equipo en $300 000 anuales.

Todos los equipos se deprecian anualmente en 20% de su valor a partir del momento de su adquisición.

Con estos antecedentes pueden proyectarse los flujos de caja de la situación actual y de la circunstancia que incorpora el reemplazo. En ambos casos se incorporan los movimientos efectivos de caja. Note que en la situación actual no hay inversión en el momento cero, puesto que el equipo se adquirió hace dos años. Por la misma razón, la depreciación solo debe considerarse para los siguientes tres años, puesto que ya lleva dos depreciándose. En caso de optar por el reemplazo, en el momento cero deben incorporarse el ingreso por la venta del equipo actual y el impuesto por pagar por la utilidad de la venta. Dado que costó $1 000 000 hace dos años, aún tiene un valor contable de $600 000. Como se vende en $700 000, debe pagarse 10% de impuesto sobre la utilidad contable de $100 000. El valor en libros debe volver a sumarse, ya que no representa un egreso de caja.

En los cuadros 14.14 y 14.15 se muestran los dos flujos proyectados. En ambos se excluyen los ingresos en consideración a su irrelevancia para la decisión, la cual deberá seleccionar la opción de menor costo actualizado. El cuadro 14.16 muestra la variación en los costos entre una y otra alternativa.

Cuadro 14.14

Flujo de caja proyecto puro						
Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Venta activo						100
Egresos		(800)	(800)	(800)	(800)	(800)
Depreciación		(200)	(200)	(200)		
Valor libro						0
Resultado antes de impuesto		(1 000)	(1 000)	(1 000)	(800)	(700)
Impuesto 10%		100	100	100	80	70
Resultado después de impuesto		(900)	(900)	(900)	(720)	(630)
Depreciación		200	200	200		
Valor libro						0
Flujo de caja		(700)	(700)	(700)	(720)	(630)

Alternativamente puede obtenerse un resultado similar mediante el **análisis incremental**. Para ello se calcula en un solo flujo qué diferencias se producirán en los ingresos y egresos si se decide optar por el reemplazo.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Cuadro 14.15

Flujo de caja proyecto puro						
Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Venta activo	700					240
Egresos		(500)	(500)	(500)	(500)	(500)
Depreciación		(320)	(320)	(320)	(320)	(320)
Valor libro	(600)					0
Resultado antes de impuesto	100	(820)	(820)	(820)	(820)	(580)
Impuesto 10%	(10)	82	82	82	82	58
Resultado después de impuesto	90	(738)	(738)	(738)	(738)	(522)
Depreciación		320	320	320	320	320
Valor libro	600					0
Inversión	(1 600)					
Flujo de caja	(910)	(418)	(418)	(418)	(418)	(202)

Cuadro 14.16

Flujo diferenciales						
Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Con reemplazo	(910)	(418)	(418)	(418)	(418)	(202)
Sin reemplazo		(700)	(700)	(700)	(720)	(630)
Diferencia	(910)	282	282	282	302	428

Cuadro 14.17

Flujo de caja incremental						
Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Venta activo	700					140
Ahorro costos		300	300	300	300	300
Depreciación		(120)	(120)	(120)	(320)	(320)
Valor libro	(600)					0
Resultado antes de impuesto	100	180	180	180	(20)	120
Impuesto 10%	(10)	(18)	(18)	(18)	2	(12)
Resultado después de impuesto	90	162	162	162	(18)	108
Depreciación		120	120	120	320	320
Valor libro	600					0
Inversión	(1 600)					
Flujo de caja	(910)	282	282	282	302	428

www.fullengineeringbook.blogspot.com

El cuadro 14.17 muestra la proyección del flujo incremental entre la elección de la alternativa de reemplazo y la de continuar con la situación actual. El resultado de la proyección muestra que por ambos procedimientos se llega a idénticos resultados. El reemplazo se hará si los beneficios netos futuros actualizados (ahorros de costos) superan la inversión diferencial ($910 000) programada para el momento cero.

14.6. EBITDA

Los primeros indicios del uso del ***Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization*** **(EBITDA)** se ubican a partir de 1980, cuando se utilizaba como indicador financiero para adquirir pequeñas compañías con niveles de endeudamiento importantes y se requería determinar su capacidad de pago para pagar la deuda. Con el paso del tiempo, este indicador tomó cada vez más fuerza, incluyéndose en transacciones de compañías de mayor envergadura. Hoy en día es un indicador comúnmente utilizado por muchas compañías e inversionistas para analizar y comparar la rentabilidad entre distintas empresas e industrias, debido a que elimina efectos propios de una estructura de financiamiento y procedimientos contables.

Sin embargo, EBITDA no es un indicador que mida la rentabilidad de un proyecto como ocurre con la proyección de flujos de caja y el respectivo cálculo de la TIR. El EBITDA mide el rendimiento operacional puro de una compañía, el cual se determina por la diferencia entre los ingresos de explotación y los gastos, sin incluir los intereses por deuda, los impuestos a las utilidades generadas, las depreciaciones de los activos y las amortizaciones de los intangibles; es decir, es un indicador operacional puro que elimina los efectos derivados de los impuestos y de la estructura de financiamiento.

Al prescindir de aspectos financieros, tributarios y contables, este indicador es utilizado complementariamente para evaluar resultados, ya sea dividiendo dicho término entre la inversión realizada o entre las ventas hechas en un periodo. Sin embargo, como se indicó anteriormente, no corresponde a un flujo neto de caja ni a un estado de resultados contable, sino más bien a un resultado operacional puro. El cuadro 14.18 muestra la diferencia matemática que existe entre estado de resultados, flujo neto de caja y EBITDA.

Cuadro 14.18

		EBITDA	EERR	Flujo neto	Periodo
+	Ingresos afectos a impuestos				10 000
−	Costos directos e indirectos				(4 000)
=	**EBITDA**	**EBITDA**			**6 000**
−	Gastos financieros				(1 000)
−	Depreciación				(2 000)
−	Amortización intangibles				(500)
=	**Resultado antes de impuesto**		**EERR**		**2 500**
−	Impuesto				(759)
=	Resultado después de impuesto				1 750
+	Depreciación				2 000
+	Amortización intangibles				500
−	Inversiones				0
+	Valor de desecho				0
+	Préstamo				0
−	Amortización de capital				(400)
=	**Flujo neto de caja**			**Flujo neto**	**3 850**

www.fullengineeringbook.blogspot.com

El estado de resultados corresponde a la base imponible contable, la cual se utiliza para determinar el impuesto de primera categoría; el flujo neto de caja mide cuánto es capaz de generar la empresa o el proyecto para ser distribuido entre sus accionistas, mientras que el EBITDA es generalmente utilizado como factor base de valorización de empresas.

recuerde y reflexione

Así, a mayor ratio se dice que la empresa tiene una mayor eficacia operativa y mejores resultados. Como puede observarse, el EBITDA no refleja el flujo de caja del negocio, sino un parámetro de resultado netamente operacional.

Una equivocación frecuente es pensar que el EBITDA representa el flujo de caja neto de un negocio o empresa, pues, aunque este es un indicador que permite medir la capacidad de generar ganancias, no representa el flujo neto de caja de una empresa. El EBITDA omite el dinero efectivo utilizado, por ejemplo, para financiar el capital de trabajo o el reemplazo de una maquinaria antigua, el cual puede ser significativo.

Considerar el EBITDA como flujo neto de caja de un negocio puede conducir a los directivos a tomar decisiones erradas, debido a que este no representa el verdadero potencial de valor que tiene una determinada empresa, pues no considera las inversiones, los beneficios tributarios, el costo de capital ni el horizonte de evaluación. El uso del EBITDA resulta apropiado dependiendo de lo que se quiera analizar. Como consecuencia de lo anterior, es un parámetro más que se considera para efectos de valoración y comparación.

Resumen

En este capítulo se analizaron las principales variables que participan en la composición del flujo de caja del proyecto. Como se analizó a lo largo del capítulo, la estructura del flujo de caja dependerá del objetivo de la evaluación del proyecto; si este es medir la rentabilidad de los activos, la rentabilidad del inversionista o la capacidad de pago, los elementos que se considerarán en la construcción del flujo serán diferentes. Asimismo, también es importante tener claridad respecto de qué se está midiendo, pues no es lo mismo medir el valor de una empresa con proyecto que el proyecto de manera marginal. Evidentemente, las partidas que deben considerarse en la construcción del flujo serán diferentes; por ello, el preparador y evaluador de proyectos deberá tener claridad de qué pretende evaluar y qué punto de vista adoptará; de lo contrario, la posibilidad de cometer errores en el procedimiento es mayor.

No existe un criterio único para abordar la rentabilidad del inversionista; una forma de hacerlo es a través de la construcción del flujo de caja financiado en el que se incorpora, de forma simultánea, tanto el flujo operacional como el flujo de la deuda; sin embargo, una forma alternativa de analizar este tema es a través del VAN ajustado, es decir, estimando el VAN del proyecto y el VAN de la deuda de manera independiente, y luego sumando; por ello su nombre, pues el VAN del proyecto se ajusta con el valor presente del efecto que origina la estrategia de financiamiento; no obstante, la independencia de ambos flujos se logra en la medida en la que la deuda sea libre de riesgo, es decir, si la capacidad de generación operacional es lo suficientemente robusta como para hacer frente a los compromisos financieros, incluso frente a escenarios adversos. Cuando la probabilidad de quiebra y los costos de quiebra aparecen, entonces necesariamente el flujo de los activos se verá adversamente afectado; por ello la deuda agrega valor pero hasta cierto límite.

Es importante tener claridad acerca de los criterios de evaluación y de los indicadores financieros que se van obteniendo en la evaluación. En este sentido, es importante recordar las diferencias entre EBITDA, utilidad contable y flujo neto o última línea. El EBITDA permite medir el rendimiento operacional puro de un negocio, eliminando los efectos económicos derivados de intereses de la deuda, impuestos, depreciaciones y amortizaciones; generalmente, es utilizado como métrica base para la valoración de las compañías, cuyo valor es multiplicado por un determinado múltiplo, que generalmente se determina dividiendo el valor actual de los flujos de la empresa por el EBITDA actual. La utilidad antes de impuesto

www.fullengineeringbook.blogspot.com

o base imponible no refleja la utilidad del proyecto o empresa, sino que es una métrica contable que determina la base sobre la cual se calculará los impuestos corporativos correspondientes. El flujo neto o última línea es un flujo económico que cuantifica los potenciales dividendos por repartir entre los accionistas o dueños del negocio o del proyecto.

La confiabilidad que otorguen las cifras contenidas en este flujo será determinante para la validez de los resultados, ya que todos los criterios de evaluación se aplican en función de él.

La información que se incorpora en el flujo es suministrada por cada uno de los estudios particulares del proyecto. Sin embargo, el estudio financiero deberá proporcionar antecedentes sobre el monto del impuesto a las utilidades, la carga financiera de los préstamos y la depreciación de los activos, además de la sistematización de toda la información.

El flujo de caja sistematiza la información de las inversiones previas a la puesta en marcha, las inversiones durante la operación, los egresos e ingresos de operación, el valor de salvamento del proyecto y la recuperación del capital de trabajo. Los costos que se denominan diferenciales expresan el incremento o la disminución de los costos totales que implicaría la implementación de cada una de las alternativas, en términos comparativos respecto a una situación tomada como base y que por lo común es la vigente. En consecuencia, son estos costos los que en definitiva deberán utilizarse para tomar una decisión que involucre algún incremento o decremento en los resultados económicos esperados de cada curso de acción que se estudie.

El análisis de una inversión con fines de sustitución de instalaciones constituye uno de los problemas mayores en la consideración de los costos relevantes debido a las dificultades para obtener la información adecuada. El análisis de sustitución puede considerar tanto los aumentos como los mantenimientos de la capacidad productiva. El razonamiento consistirá en determinar las ventajas económicas diferenciales del equipo nuevo frente al antiguo. Es decir, determinar si el ahorro en los gastos fijos y variables de operación originados por el reemplazo son suficientes para cubrir la inversión adicional y para remunerar el capital invertido a una tasa de interés razonable para cubrir el costo de oportunidad en función del riesgo implícito en la decisión.

Aunque en términos genéricos es posible clasificar ciertos ítems de costos como relevantes, solo el examen exhaustivo de aquellos que influyen en el proyecto posibilitará catalogarlos correctamente. Para identificar las diferencias inherentes a las alternativas, es recomendable que se establezcan previamente las funciones de costos de cada una de ellas. De su comparación resultará la eliminación, para efectos del estudio, de los costos inaplicables.

Entre los costos que más comúnmente se tienen en cuenta en una decisión, a pesar de ser irrelevantes, se encuentran los llamados costos sepultados, los cuales se denominan así si corresponden a una obligación de pago que se haya contraído en el pasado, aunque parte de ella esté pendiente de pago a futuro. Si bien constituyen un pago futuro, tienen un carácter inevitable que los hace irrelevantes.

Las partes de la deuda contraída y no pagada son un compromiso por el cual debe responder la empresa, independientemente de las alternativas que enfrente en un momento dado.

Preguntas y problemas

1. Explique la composición básica de un flujo de caja para un proyecto.
2. ¿Qué es lo que diferencia a los flujos de caja del proyecto y del inversionista? ¿En qué caso se debe evaluar uno u otro?
3. Suponga que un inversionista le ha encargado efectuar la evaluación de un proyecto cuya vida útil se encuentra condicionada a la duración de la concesión otorgada, correspondiente a 40 años. ¿Incluiría en su evaluación el flujo correspondiente al año 40? ¿Por qué?
4. ¿Cual es la diferencia entre el costo de la deuda y el costo efectivo de la deuda?
5. Explique hasta dónde resulta conveniente tomar posiciones de deuda para financiar la inversión de un proyecto.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

6. Explique la diferencia entre EBITDA, utilidad antes de impuestos y flujo neto.
7. Un inversionista desea efectuar la evaluación de un proyecto cuya vida útil se encuentra condicionada a la duración de la concesión otorgada, que es de 40 años. Sin embargo, no está seguro de cómo abordar la evaluación, particularmente acerca del horizonte de evaluación del proyecto. ¿Qué le recomendaría al respecto como experto en la materia?

Comente las siguientes afirmaciones:

a) Al elaborar el flujo de caja, el costo del estudio de factibilidad debe incluirse en la inversión inicial por constituir un egreso del proyecto muchas veces importante.
b) La depreciación acelerada de los activos constituye un subsidio a la inversión cuyo monto depende de la tasa de interés y de la tasa de impuesto a las utilidades de la empresa.
c) Los activos nominales deben considerarse solo como inversión inicial, ya que no tienen valor de desecho.
d) La evaluación de un proyecto arroja resultados idénticos si se aplica al flujo del proyecto y al flujo del inversionista.
e) No siempre es necesario considerar el valor de desecho en los flujos de un proyecto, ya que, al estar en el último periodo, influye muy marginalmente en la rentabilidad por tener que estar actualizado al momento cero.
f) El costo del estudio de factibilidad debe considerarse solo como inversión inicial, puesto que es una inversión en activo nominal que se efectúa antes de la puesta en marcha del proyecto.
g) Un proyecto que estudia la conveniencia de reemplazar una máquina que opera satisfactoriamente por otra más eficiente debe omitir el gasto por depreciación porque no tiene significación respecto a la decisión.
h) En el largo plazo, las utilidades contables deben ser iguales al resultado de los flujos del proyecto, puesto que en ambos casos sus resultados son después de impuestos.
i) La existencia de pérdidas acumuladas no tiene injerencia al determinar el valor económico de una empresa en marcha cuyo horizonte de proyección se estimó en 15 años. Si el resultado operacional del proyecto en todos los años sigue siendo negativo, no será necesaria su evaluación, puesto que no se podría generar un VAN positivo.
j) Al efectuar la valorización económica de dos empresas en marcha, lo relevante para tomar la decisión de en cuál de ellas invertir dependerá del VAN que cada una entregue al evaluar sus flujos futuros.
k) Los activos nominales y los intangibles no tienen mayor importancia en la preparación y evaluación de proyectos, más aún si se considera que su efecto en el flujo de caja es casi nulo.
l) La rentabilidad que genera un proyecto es directamente proporcional al resultado contable proyectado. Dicho de otra manera, cuanto mayor sea la utilidad contable, mayor será la rentabilidad del proyecto.

Material complementario

Ejercicios recomendados del texto complementario: José Manuel Sapag, *Evaluación de proyectos*, *guía de ejercicios*, *problemas y soluciones*, McGraw-Hill, 3a. ed., 2007:

16. Compra de insumos, **17.** Metales S.A., **20.** Trencito, **22.** Impuesto al valor agregado, **23.** Impuesto al valor agregado II, **24.** Renovación de equipos, **25.** Empresa metalúrgica, **26.** Profrut S.A., **27.** Soda S.A., **28.** Central termoeléctrica, **29.** Sistemas de grabación digital, **30.** Elaboración de concentrado de pasta de tomates.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Bibliografía

Besley, S. y F. E. Brigham, *Fundamentos de administración financiera*, Cengage Learning Latin America, 2008.

Brealey, R. y S. Myers, *Principles of Corporate Finance*, McGraw-Hill, Nueva York, 1998.

Brigham, E. F. y M. C. Bhrhardt, *Financial Management Theory and Practice*, Cengage Learning, 2010.

Brigham, E. F. y J. F. Houston, *Fundamentals of Financial Management*, Thomson/South-Western, 2007.

Estupiñán Gaitán, Rodrigo y Orlando Estupiñán Gaitán, *Análisis financiero y de gestión*, Ecoe Ediciones, 2006.

Pinilla Más, F., *Administracion y finanzas I, Grado superior F P*, Anele, 2001.

Van Horne, J. C. y J. M. Wachowicz, *Fundamentals of Financial Management*, Financial Times Prentice Hall, 2005.

Welsch, G. A., *Presupuestos: planificación y control*, Pearson Educación, 2005.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Capítulo 15

Criterios de evaluación de proyectos

En los capítulos anteriores se revisaron los principales aspectos relativos a la preparación de la información que posibilitará evaluar un proyecto en función de las distintas oportunidades disponibles en el mercado. En este sentido, la evaluación comparará los beneficios proyectados, asociados con una decisión de inversión, con su correspondiente flujo de desembolsos proyectados.

El objetivo de este capítulo es analizar las principales técnicas de medición de la **rentabilidad** de un proyecto individual.

concepto clave

Valor tiempo del dinero: la remuneración con una rentabilidad del dinero que debe recibir el inversionista por aplazar su consumo a un futuro conocido.

15.1. Fundamentos de matemáticas financieras

En el estudio de las inversiones, las **matemáticas financieras** son útiles, puesto que su análisis se basa en la consideración de que el dinero, solo por transcurrir el tiempo, debe ser remunerado con una rentabilidad que el inversionista exigirá por no usarlo hoy y aplazar su consumo a un futuro conocido, lo cual se conoce como **valor tiempo del dinero**.

recuerde y reflexione

En la evaluación de un proyecto, las matemáticas financieras consideran la inversión como el menor consumo presente y la cuantía de los flujos de caja en el tiempo como la recuperación, que debe incluir una recompensa.

La consideración de los flujos en el tiempo requiere la determinación de una tasa de interés adecuada que represente la equivalencia de dos sumas de dinero en dos periodos diferentes.

Para apreciar los conceptos de **valor del dinero en el tiempo**, **flujos capitalizados** y **flujos descontados**, considere la figura 15.1. Supóngase una persona con un ingreso presente de Y_0^0, representado en el eje del momento presente t_0, y un ingreso futuro de Y_1^0, representado en el eje del tiempo futuro (periodo próximo) t_1. Con ambos ingresos es posible un consumo actual C_0^0 y un consumo futuro C_1^0. Sin embargo, también es posible un consumo C_0^1 actual que permitirá ahorros posibles si se invierte en alguna opción que genere un interés i, de tal manera que en el periodo 1 el ingreso Y_1^0. se vería incrementado a Y_2^1. Esto es:

15.1
$$Y_1^1 = (C_0^0 - C_0^1)(1 + i) + Y_1^0$$

La abstención de un consumo presente espera una recompensa futura representada por i. Por lo tanto:

15.2
$$(C_0^0 - C_0^1) < (Y_1^1 - Y_1^0)$$

Si se ahorrase todo el ingreso actual, es decir, si no hubiera consumo en el periodo cero, el ingreso futuro esperado máximo sería representado en la figura por Y_1^2, donde:

15.3
$$Y_1^2 = Y_0^0(1 + i) + Y_1^0$$

www.fullengineeringbook.blogspot.com

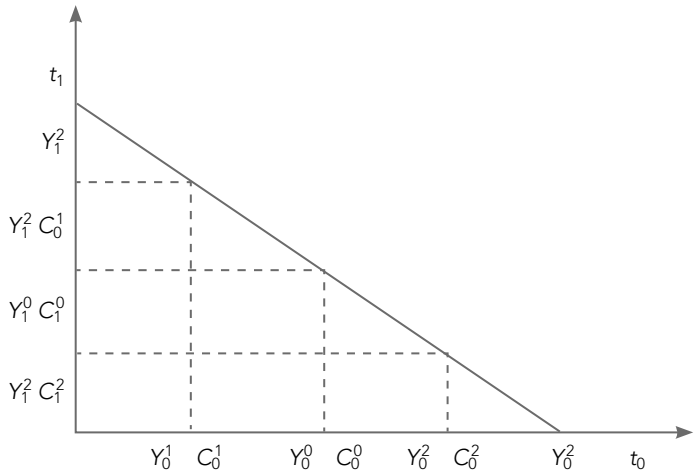


Figura 15.1 Representación de valor del dinero en el tiempo, flujos capitalizados y flujos descontados.

De igual manera, el consumo actual puede incrementarse recurriendo a préstamos, por ejemplo, a cuenta de futuros ingresos. En la figura, un consumo actual de C_0^2 reduce la capacidad de consumo futuro a C_1^2, donde:

15.4
$$(C_0^2 - C_0^0)(1 - i) = (C_1^0 - C_1^2)$$

y donde:

15.5
$$C_0^2 = C_0^0 + \frac{C_1^0 - C_1^2}{(1 + i)}$$

Entonces, el máximo consumo actual está limitado por el punto Y_0^2 del, o sea,

15.6
$$Y_0^2 = \frac{C_1^0}{(1 + i)} + C_0^0$$

Bien puede apreciarse que la línea que une Y_0^2 con Y_1^2 representa el lugar geométrico de todas las combinaciones de consumo presente y futuro equivalentes en términos de valor tiempo de dinero. El valor capitalizado es Y_1^2, que, en consecuencia, representa el mismo atractivo que Y_0^2 para el inversionista en términos de valoración de sus flujos de ingreso en el tiempo.

Como la recta representa alternativas idénticas en preferencias de consumo actual y futuro, puede medirse el valor del dinero en el tiempo en cualquiera de sus puntos. Por simplicidad de cálculo, convendrá hacerlo en Y_1^2 o en Y_0^2. La primera opción significa calcular un **valor capitalizado**, mientras que hacerlo en Y_0^2 es calcular un valor actualizado o descontado.

Aunque se inició el capítulo señalando la medición de la rentabilidad en términos capitalizados, ahora puede apreciarse que hacerlo en valores actuales proporciona una base idéntica de comparación. El uso generalizado de esta última posibilidad hará que los análisis sucesivos de evaluación se realicen sobre la base de valores actuales.

Bierman y Smidt[1] explican el significado del **valor actual** señalando que "un dólar recibido ahora es más valioso que un dólar recibido dentro de cinco años en virtud de las posibilidades de inversión disponibles para el dólar de hoy. Al invertir o prestar el dólar recibido hoy, puedo tener considerablemente más de mi dólar dentro de cinco años. Si el dólar recibido se emplea

[1] H. Bierman y S. Smidt, *El presupuesto de bienes de capital*, Fondo de Cultura Económica, México, 1977, p. 78.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

ahora para el consumo, estaré dando más que el valor de un dólar de consumo en el año cinco. Por esta razón, los ingresos futuros deben descontarse siempre".

El objetivo de descontar los flujos de caja futuros proyectados es determinar si la inversión en estudio rinde mayores beneficios que los usos de alternativa de la misma suma de dinero requerida por el proyecto.

Los principales métodos que utilizan el concepto de **flujo de caja descontado** son el **valor actual neto** (VAN) y la **tasa interna de retorno** (TIR). Menos importante es el de **razón beneficio-costo descontada**.

Supóngase que se invierten $1 000 a una tasa pactada de 10% anual compuesto. Al término de un año se tendrán los $1 000 invertidos más $100 de interés sobre la inversión. Es decir, se tendrán $1 100 que se obtuvieron de:

$$1\,000 + \frac{10}{100}(1\,000) = 1\,100$$

lo que también puede escribirse así:

$$1\,000\,(1 + 0.10) = 1\,100$$

Si la inversión inicial, o valor actual, se representa por VA, el interés por i, y el resultado de la operación, o **valor futuro**, por VF, este cálculo puede generalizarse en la siguiente expresión:

15.7 $$VA(1 + i) = VF$$

Si al término del primer año la ganancia no se retira, sino que se mantiene depositada junto con la inversión inicial durante otro año más, al finalizar este se tendrá, por el mismo procedimiento:

$$1\,100 + 1\,100\,(0.10) = 1\,210$$

que es lo mismo que:

$$1\,100\,(1 + 0.10) = 1\,210$$

Recordando cómo se obtuvieron los 1 100, puede reemplazarse para tener la expresión:

$$1\,000\,(1 + 0.10)(1 + 1.10) = 1\,210$$

Al simplificar se obtiene:

$$1\,000\,(1 + 0.10)^2 = 1\,210$$

De aquí puede generalizarse a:

15.8 $$VA(1 + i)^n = VF$$

donde n representa el número de periodos durante los cuales quiere capitalizarse la inversión inicial.

En una planilla electrónica, Excel, por ejemplo, el valor futuro se calcula directamente usando la opción *Función* del menú *Insertar*, se selecciona *Financieras* en la *Categoría de función* y se elige *VF* en el *Nombre de la función*. En el cuadro *VF* se escribe 10% en la casilla correspondiente a *Tasa*, 2 en la casilla *Nper* y −1 000 en *VA*. Al marcar la opción *Aceptar*, se obtiene el valor futuro.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

También puede calcularse el valor actual de un monto futuro conocido, despejando *VA* en la ecuación 15.6, lo cual queda así:

15.9
$$VA = \frac{VF}{(1 + i)^n}$$

Para el ejemplo anterior, si se desea conocer el valor actual de los $1 210 que se van a recibir en dos años a una tasa pertinente de interés de 10%, la aplicación de la ecuación 15.7 permite calcular como valor actual el monto de $1 000. También puede recurrirse a la planilla Excel para calcular el valor actual: usando la opción *Función* del menú *Insertar*, se selecciona *Financieras* en la *Categoría de función* y se elige *VA* en el *Nombre de la función*. En el cuadro *VA* se escribe 10% en la casilla correspondiente a *Tasa*, 2 en la casilla *Nper* y −1 210 en *VF*. Al marcar la opción *Aceptar*, se obtiene el valor actual.

Considere ahora un caso diferente: en lugar de un depósito inicial único de $1 000, se depositarán $1 000 al final de cada año durante tres años. Para determinar cuánto se habrá capitalizado al finalizar el año tres, a 10% de interés anual, el procedimiento sigue la misma lógica anterior.

Si cada depósito se realiza al término de cada año, la inversión del primer año ganaría intereses durante dos periodos, la del segundo durante uno y la del tercero no habría ganado aún sus intereses. Esta situación se presenta en el cuadro 15.1.

Cuadro 15.1

Cálculo del valor futuro			
Periodo	Inversión ($)	Factor de capitalización	Valor futuro ($)
1	1 000	$(1 + i)^2$	1 210
2	1 000	$(1 + i)^1$	1 100
3	1 000	$(1 + i)^0$	1 000
Total			3 310

A los $1 000 de depósito anual se les denomina **anualidad**. Si esta es una cuota constante, que se representará por *C*, puede generalizarse la presentación del cuadro 15.1 en la siguiente expresión:

15.10
$$VF = C(1 + i)^0 + C(1 + i)^1 + \ldots + C(1 + i)^{n-1}$$

Del cuadro 15.1 se deduce que la potencia del último factor de capitalización es $n - 1$, donde n es el número de periodos durante los cuales se capitalizará. Así, la ecuación 15.8 puede expresarse como:

15.11
$$VF = C\sum_{t=0}^{n-1}(1 + i)^t$$

También puede recurrirse a la planilla Excel para calcular el valor futuro de una anualidad: usando la *Función* del menú *Insertar*, se selecciona *Financieras* en la *Categoría de función* y se elige *VF* en el *Nombre de la función*. En el cuadro *VF* se escribe 10% en la casilla correspondiente a *Tasa*, 3 en la casilla *Nper* y −1 000 en *Pago*. Al marcar la opción *Aceptar*, se obtiene el valor futuro de las cuotas.

Si se quiere calcular el valor actual de los mismos depósitos, se tendrá la posición que se representa en el cuadro 15.2.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Cuadro 15.2

Cálculo del valor presente			
Periodo	Inversión ($)	Factor de descuento	Valor presente ($)
1	1 000	$1/(1 + i)^1$	909 09
2	1 000	$1/(1 + i)^2$	826 45
3	1 000	$1/(1 + i)^3$	751 31
Total			2 486 85

Note que en este caso se desea expresar la suma de las anualidades en moneda equivalente al periodo cero.

Si la anualidad es constante, puede generalizarse lo anterior en la siguiente ecuación:

15.12
$$VA = C\left[\frac{1}{(1 + i)^1}\right] + C\left[\frac{1}{(1 + i)^2}\right] + \ldots + C\left[\frac{1}{(1 + i)^n}\right]$$

que puede expresarse como:

15.13
$$VA = C\sum_{t=1}^{n}\frac{1}{(1 + i)^t}$$

Al recurrir a la planilla Excel para calcular el valor actual de una cuota constante, se usa la opción *Función* del menú *Insertar*, se selecciona *Financieras* en la *Categoría de función* y se elige *VA* en el *Nombre de la función*. En el cuadro *VA*, se escribe 10% en la casilla correspondiente a *Tasa*, 3 en la casilla *Nper* y −1 000 en *Pago*. Al marcar la opción *Aceptar*, se obtiene 2 486.8, que representa el valor actual de tres cuotas de $1 000 cada una, disponibles al término de cada año a partir del siguiente.

Ahora bien, si se quisiera determinar la cuota anual que es necesario depositar a una cierta tasa de interés para que al final de un número dado de periodos se tenga una cantidad deseada, solo se necesita reordenar la ecuación 15.9, despejando la variable que se desea conocer, o sea:

15.14
$$C = \frac{VF}{\sum_{t=0}^{n-1}(1 + i)_t}$$

Por ejemplo, si se desea calcular la suma anual por depositar a 10% anual durante tres años para que a su término se disponga de $5 000, se tiene que:

$$C = \frac{5\,000}{\sum_{t=0}^{2}(1 + 0.10)^t} = 1.510{,}57$$

Con la planilla Excel, el valor de la cuota anual se calcula usando la opción *Función* del menú *Insertar*; se selecciona *Financieras* en la *Categoría de función* y se elige *Pago* en el *Nombre de la función*. En el cuadro *Pago se* escribe 10% en la casilla correspondiente a *Tasa*, 3 en la casilla *Nper* y −5 000 en *VF*. Al marcar la opción *Aceptar*, se obtiene el valor de cada cuota.

Un análisis similar se realiza para calcular el retiro anual de un depósito actual a una tasa de interés dada. En este caso, se reordena la ecuación 15.11 para despejar la variable cuota de la siguiente manera:

15.15
$$C = \frac{VA}{\sum_{t=1}^{n}\frac{1}{(1 + i)^t}}$$

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Si la incógnita a calcular es la tasa de interés de un flujo uniforme que reditúa una inversión, en una plantilla de Excel se usa la opción *Función* del menú *Insertar*, se selecciona *Financieras* en la *Categoría de función* y se elige *Tasa* en el *Nombre de la función*. En el cuadro *Tasa* se escribe el número de periodos en la casilla correspondiente a *Nper*, el monto de la inversión en *VA* y el valor de la cuota en *Pago*. Al marcar la opción *Aceptar*, se obtiene la tasa anual.

Si la incógnita es el número de periodos que permite recuperar una inversión única presente que reditúa un flujo de caja uniforme futuro, en la planilla Excel se usa la opción *Función* del menú *Insertar*, se selecciona *Financieras* en la *Categoría de función* y se elige *Nper* en el *Nombre de la función*. En el cuadro *Nper* se escribe el interés en la casilla correspondiente a *Tasa*, el monto de la inversión en *VA* y el valor de la cuota en *Pago*. Al marcar la opción *Aceptar*, se obtiene el número de años en los que se recuperará la inversión.

Un último caso lo constituye la actualización de cuotas, con valores desiguales. Para descontar este flujo podría hacerse cuota a cuota o utilizar directamente una planilla como Excel. En la opción *Función* del menú *Insertar*, se selecciona *Financieras* en la *Categoría de función* y se elige *VNA* en el *Nombre de la función*. En el cuadro *VNA* se escribe el interés en la casilla correspondiente a *Tasa* y se selecciona el rango completo de valores que se desea actualizar, excluyendo la inversión inicial por estar expresada al momento cero. Al marcar la opción *Aceptar* se obtiene el valor actual de un flujo discontinuo.

concepto clave

Criterio del valor actual neto: plantea que el proyecto debe aceptarse si su valor actual neto (VAN) es igual o superior a cero, donde el VAN es la diferencia entre todos sus ingresos y egresos expresados en moneda actual.

15.2. El criterio del valor actual neto

El **valor actual neto** (VAN) plantea que el proyecto debe aceptarse si su valor actual neto es igual o superior a cero, donde el VAN es la diferencia entre todos sus ingresos y egresos expresados en moneda actual. El VAN como criterio representa una medida de valor o riqueza, es decir, al calcular un VAN se busca determinar cuánto valor o desvalor generaría un proyecto para una compañía o inversionista en el caso de ser aceptado. Es por esta misma razón por la cual en su evaluación no se incorporan variables nominales, pues cambios nominales no representan cambios en el poder adquisitivo ni, por lo tanto, en el nivel de riqueza. Cuando los precios de venta aumentan proporcionalmente con los costos de producción y administración, no se producen cambios en los precios relativos. Si bien las unidades monetarias aumentan, en términos reales no hay cambios, pues las unidades consumidas serán las mismas. Cuando ello ocurre no hay cambio en el nivel de riqueza, que es justamente lo que pretende medirse con el VAN. Cabe destacar que la tasa utilizada representa el nivel de riqueza compensatorio exigido por el inversionista, por lo que el resultado del VAN entrega el cambio en el nivel de riqueza por sobre lo exigido en compensación de riesgo, pues mientras mayor sea el riesgo, mayor será la rentabilidad exigida.

El cálculo del VAN variará en función de la **tasa de costo de capital** utilizada para el descuento de los flujos, es decir, el valor que se estime que generará un proyecto cambiará si cambia la tasa de rendimiento mínimo exigido por la empresa. Mientras mayor sea la tasa, los flujos de los primeros años tendrán mayor incidencia en el cálculo del VAN, no así los flujos posteriores; sin embargo, a medida que la tasa de costo de capital sea menor, la importancia de los flujos proyectados en el cálculo del VAN será mayor.

Al utilizar las ecuaciones del apartado anterior, puede expresarse la formulación matemática de este criterio de la siguiente manera:[2]

15.16

$$VAN = \sum_{t=1}^{n} \frac{Y_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^{n} \frac{E_t}{(1+i)^t} - I_0$$

donde Y_t representa el flujo de ingresos del proyecto, E_t sus egresos e I_0 la inversión inicial en el momento cero de la evaluación. La tasa de descuento se representa mediante i.

Aunque es posible aplicar directamente esta ecuación, la operación puede simplificarse a una sola actualización mediante:

[2] El subíndice $_t$ en los ingresos y egresos sólo explica la posibilidad de valores diferentes en el flujo de caja del proyecto.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

15.17
$$VAN = \sum_{t=1}^{n} \frac{Y_t - E_t}{(1 + i)^t} - I_0$$

que es lo mismo que:

15.18
$$VAN = \sum_{t=1}^{n} \frac{BN_t}{(1 + i)^t} - I_0$$

donde BN_t representa el beneficio neto del flujo en el periodo t. Obviamente, BN_t puede tomar un valor positivo o negativo.

Al ocupar una planilla como Excel, en la opción *Función* del menú *Insertar* se selecciona *Financieras* en la *Categoría de función* y se elige *VNA* en el *Nombre de la función*. En el cuadro *VNA* se escribe el interés en la casilla correspondiente a *Tasa* y se selecciona el rango completo de valores que se desea actualizar (se excluye la inversión en este paso por estar ya actualizado su valor). Al marcar la opción *Aceptar*, se obtiene el valor actual del flujo. Para calcular el VAN se suma la casilla donde la inversión está registrada con signo negativo.

Al aplicar este criterio, el VAN puede tener un resultado igual a cero, indicando que el proyecto produce justamente la renta que el inversionista exige a la inversión. Cuando ello ocurre, existe una compensación perfecta, en el sentido de que el proyecto no solo es capaz de financiar los costos de operación, sino que además recupera lo invertido y genera como renta la tasa exigida. Si el resultado fuese, por ejemplo, 100 positivos, indicaría que el proyecto proporciona esa cantidad de remanente sobre lo exigido; justamente estos $100 corresponden a la riqueza generada con el proyecto. Si el resultado fuese 100 negativos, debe interpretarse como la cantidad que falta para que el proyecto genere como renta lo exigido por el inversionista. Lo anterior no necesariamente significa que el proyecto no sea rentable, sino que no genera la renta que debería generar de acuerdo con el nivel de exigencia del inversionista.

15.3. El criterio de la tasa interna de retorno (TIR)

concepto clave

Criterio de la tasa interna de retorno: evalúa el proyecto en función de una única tasa de rendimiento por periodo, con la cual la totalidad de los beneficios actualizados son exactamente iguales a los desembolsos expresados en moneda actual.

El **criterio de la tasa interna de retorno** evalúa el proyecto en función de una única tasa de rendimiento por periodo, con la cual la totalidad de los beneficios actualizados son exactamente iguales a los desembolsos expresados en moneda actual.[3]

La tasa interna de retorno puede calcularse aplicando la siguiente ecuación:

15.19
$$\sum_{t=1}^{n} \frac{Y_t}{(1 + r)^t} + \sum_{t=1}^{n} \frac{E_t}{(1 + r)^t} + I_0$$

donde r es la tasa interna de retorno. Al simplificar y agrupar los términos, se obtiene lo siguiente:

15.20
$$\sum_{t=1}^{n} \frac{Y_t - E_t}{(1 + r)^t} - I_0 = 0$$

que es lo mismo que:

15.21
$$\sum_{t=1}^{n} \frac{BN_t}{(1 + r)^t} - I_0 = 0$$

Comparando esta ecuación con la 15.16, puede apreciarse que este criterio es equivalente a hacer el VAN igual a cero y determinar la tasa que le permite al flujo actualizado ser cero.

La tasa así calculada se compara con el costo de capital utilizado por la empresa o inversionista para el descuento de los flujos proyectados. Si la TIR es igual o mayor que esta, el proyecto debe aceptarse; si es menor, debe rechazarse.

La consideración de aceptación de un proyecto cuya TIR es igual a la tasa de descuento se basa en los mismos aspectos que la tasa de aceptación de un proyecto cuyo VAN es cero.

[3] Que es lo mismo que calcular la tasa que hace al VAN igual a cero.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

En determinadas circunstancias, el flujo de caja de un proyecto adopta una estructura tal que más de una tasa interna de retorno puede utilizarse para resolver la ecuación 15.19.

James Lorie y Leonard Savage[4] fueron los primeros en reconocer la existencia de tasas internas de retorno múltiples. Para ilustrar esta situación utilizan el ejemplo de un proyecto que requiere una inversión inicial de $1 600 y que permitirá recuperar $10 000 de beneficio neto a fines del primer año. Si no se hace la inversión, la empresa igualmente recuperará los $10 000, pero a fines del segundo año.

El objetivo, entonces, es evaluar una inversión inicial de $1 600 que informaría cómo adelantar en un año la recepción de los beneficios del proyecto. El flujo del proyecto será, por lo tanto, el que se observa en el cuadro 15.3.

Cuadro 15.3

Periodo	0	1	2
Flujo neto	(1 600)	10 000	(10 000)

Al sustituir estos valores en la ecuación 15.19, se obtiene el siguiente resultado:

$$\frac{10\,000}{(1+r)} - \frac{10\,000}{(1+r)^2} - 1\,600 = 0$$

Al calcular la tasa interna de retorno, r, de este flujo de caja, se encuentran dos tasas que solucionan la ecuación: 25% y 400%, que pueden calcularse de la siguiente manera:

$$0 = -1\,600 + \frac{10\,000}{(1+r)} - \frac{10\,000}{(1+r)^2}$$

$$0 = \frac{-1\,600\,(1+r)^2 + 10\,000\,(1+r) - 10\,000}{(1+r)^2}$$

$$= 1\,600\,(1+r)^2 - 10\,000\,(1+r) + 10\,000$$

que corresponde a una ecuación de segundo grado del tipo:

15.22 $$ax^2 + bx + c = 0$$

donde:

15.23 $$b = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

o sea,

$$x = (1+r) = \frac{10\,000 \pm \sqrt{(10\,000)^2 - 4(1\,600)\,(10\,000)}}{2(1\,600)} = \frac{10\,000 \pm 6\,000}{3\,200}$$

donde:

$i = 25\%$
$i = 400\%$

[4] J. Lorie y L. Savage, "Three Problems in Rationing Capital" en *Foundation for Financial Management*, Home Wood, Illinois, Irwin, 1966, p. 295.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Teóricamente, habrá tantas TIR como cambios de signo haya en el flujo de caja, lo que significa que se encontrará más de una tasa de descuento que hará que el VAN sea igual a cero. Si se está evaluando un proyecto cuyo flujo de caja tiene dos cambios de signo, habrá como máximo dos tasas de descuento que harán que el VAN de ese proyecto sea igual a cero. Por ejemplo, que ocurriría si un inversionista le exige a un determinado proyecto una rentabilidad anual de 12% y que al haber dos cambios de signo el cálculo de la TIR entrega dos resultados: la primera TIR arroja un resultado de 10%, en tanto que la segunda arroja una tasa de 14%. Al ocurrir esta situación no resulta claro cuál debería ser la recomendación sobre la inversión, pues al considerar el primer resultado, el proyecto debiera ser rechazado, ya que lo que se le exige a la inversión es mayor que lo que genera de renta; sin embargo, al observar el segundo resultado, debería sugerirse su implementación. Cuando ocurre tal situación, este criterio imposibilita recomendar el curso de acción correcto, en cuyo caso deberá utilizarse el VAN como criterio de decisión.

El máximo número de tasas diferentes podría ser igual al número de cambios de signos que tenga el flujo del proyecto, aunque el número de cambios de signo no es condicionante del número de tasas internas de retorno calculables. Un flujo de caja de tres periodos que presente dos cambios de signo puede tener solo una tasa interna de retorno si el último flujo es muy pequeño.

Van Horne[5] presenta el flujo del cuadro 15.4 para dar un ejemplo de esa no dependencia estricta:

Cuadro 15.4

Periodo	0	1	2
Flujo neto	(1 000)	1 400	(100)

Aunque el flujo de caja presenta dos cambios de signo, el proyecto tiene solo una tasa interna de retorno de 32.5%.

recuerde y reflexione

Al presentarse el problema de las tasas internas de retorno múltiples, la solución debe proporcionarse con la aplicación del valor actual neto como criterio de evaluación, que pasa así a constituirse en la medida más adecuada del valor de la inversión en el proyecto.

Si se utiliza una planilla Excel, en la opción *Función* del menú *Insertar* se selecciona *Financieras* en la *Categoría de función* y se elige *TIR* en el *Nombre de la función*. En el cuadro TIR se selecciona el rango completo de valores de flujo, incluida la inversión en el año cero. Al marcar la opción *Aceptar*, se obtiene la tasa interna de retorno.

15.4. TIR *versus* VAN

En ciertas circunstancias, las dos técnicas de evaluación de proyectos analizados, la TIR y el VAN, pueden conducir a resultados contradictorios. Ello puede ocurrir cuando se evalúan varios proyectos con la finalidad de jerarquizarlos, tanto por tener un carácter de alternativas mutuamente excluyentes como por existir restricciones de capital para implementar todos los proyectos aprobados.

Cuando la decisión es solo de aceptación o rechazo, no hay necesidad de consideraciones comparativas entre proyectos, las dos técnicas proporcionan igual resultado. Esta situación

[5] James van Horne, *Fundamentals of Financial Management*, Prentice Hall, 2005.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

puede apreciarse en la figura 15.2. Si la tasa de descuento es cero, el VAN es la suma algebraica de los flujos de caja del proyecto, puesto que el denominador de la ecuación 15.11 sería siempre uno. A medida que se actualiza a una tasa de descuento mayor, el VAN va decreciendo.

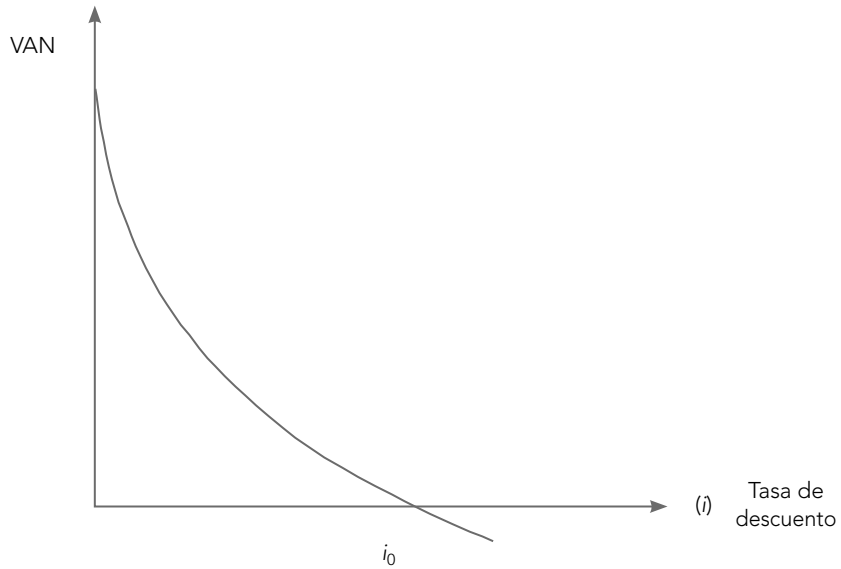


Figura 15.2 VAN frente a tasa de descuento.

Al cruzar el origen (VAN igual a cero), la tasa de descuento i_0 se iguala a la tasa interna de retorno.

Luego, si el criterio del VAN indica la aceptación de un proyecto cuando este es cero o positivo (o sea, cuando la tasa de descuento i está entre cero e i_0) y si el criterio de la TIR indica su aceptación cuando la tasa interna de retorno r es mayor o igual a la tasa utilizada como tasa de descuento ($r > i$ para cualquier i entre cero e i_0, donde $r = i_0$), ambos caminos conducirán necesariamente al mismo resultado.

Lo anterior no siempre es tan concluyente cuando se desea jerarquizar proyectos. Tómense como ejemplo los flujos del cuadro 15.5, correspondientes a dos proyectos que requieren igual inversión, pero que son alternativos para obtener un mismo fin, es decir, son excluyentes entre sí, y que presentan diferencias en la recepción de ingresos futuros netos.

Cuadro 15.5

Ejemplo de flujos divergentes en la aplicación de TIR y VAN en jerarquización de proyectos				
	Periodo			
Proyecto	0	1	2	3
A	(12 000)	1 000	6 500	10 000
B	(12 000)	10 000	4 500	1 000

La TIR del proyecto A es 16.39%, mientras que la del proyecto B es 20.27%. De esto podría concluirse que el proyecto B debería ser aceptado.

Sin embargo, si se analiza el VAN se observan resultados diferentes, que dependen de la tasa de descuento pertinente para el proyecto. Los VAN que se obtienen a diferentes tasas son lo que muestra el cuadro 15.6.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Cuadro 15.6

Valores actuales netos resultantes de diferentes tasas de descuento				
	Tasa de descuento			
Proyecto	5%	10%	11.72%	15%
A	3 486	1 947	1 274	360
B	2 469	1 561	1 274	756

Mientras la tasa es superior a 11.72%, el VAN y la TIR coinciden en aceptar el proyecto B. Sin embargo, si la tasa es inferior a 11.72%, el VAN es mayor para el proyecto A y el resultado es contradictorio con el entregado por la TIR. Esta situación se aprecia mejor en la figura 15.3.

La diferencia de los resultados que proporcionan ambas técnicas se debe a los supuestos en los que cada una está basada.

Si se supone que la empresa actúa con un criterio de racionalidad económica, invertirá hasta que su beneficio marginal sea cero (VAN del último proyecto igual cero), es decir, hasta que su tasa de rentabilidad sea igual a su tasa de descuento. Si así fuese, un proyecto con alta TIR difícilmente podrá redundar en que la inversión de los excedentes generados por él reditúen igual tasa de rendimiento. Sin embargo, según el supuesto de eficiencia económica, la empresa reinvertirá los excedentes a su tasa de descuento, ya que si tuviera posibilidades de retornos a tasas mayores ya habría invertido en ellas. Hay que señalar que algunos autores cuestionan el supuesto de que la TIR reinvierte los flujos del proyecto a la misma tasa.

Por otra parte, si el VAN proporciona una unidad de medida concreta de la contribución de un proyecto para incrementar el valor de la empresa, este debe ser el criterio que tendrá que primar en la evaluación.[6]

15.5. El VAN y la TIR ajustados

En el capítulo 14 se introdujo el concepto de VAN ajustado. Cuando existe financiamiento bancario, los métodos tradicionales sugieren construir un flujo de caja que incorpore los factores económicos derivados de la operación del proyecto, como los efectos derivados de la estructura de financiamiento: básicamente el valor del crédito, los gastos financieros y las amortiza-

[6] Normalmente, al jerarquizar proyectos de distinta vida útil surge la duda de si deben evaluarse en un mismo horizonte de tiempo.

Un planteamiento es que si no se hace así, el proyecto de menor duración queda en desventaja relativa, puesto que no se consideraría que los recursos generados por él puedan reinvertirse y generar más fondos entre el periodo de su finalización y el término de la alternativa con la que se compara.

Sin embargo, una empresa que es eficiente en sus decisiones habrá implementado todos aquellos proyectos cuyo VAN sea positivo o, en otras palabras, su tasa de rendimiento será mayor que la tasa de descuento. Por lo tanto, cualquier inversión marginal se hará a la tasa de descuento. En este caso, el VAN marginal de invertir los excedentes del proyecto de menor duración a lo largo del periodo necesario para igualar la finalización del proyecto más largo será cero y, en consecuencia, irrelevante. Es decir, no tendría sentido igualar las duraciones de las alternativas.

Pero si la empresa no se encuentra maximizando su potencial generador de utilidades, por incapacidad gerencial, restricción en sus oportunidades de financiamiento, etcétera, la inversión de los excedentes del proyecto más corto a una tasa de rendimiento superior a la tasa de descuento dará un VAN marginal positivo. En este caso sí sería necesaria la igualación de sus duraciones.

Teóricamente, se han planteado muchas maneras de igualar los flujos. Por ejemplo, suponer que ambos proyectos son reiterativos hasta tal cantidad de veces como sea necesario para que coincidan sus finalizaciones. Otra forma consiste en suponer que el proyecto más largo se liquida en la finalización del más corto. Para ello se considera un valor de liquidación que incrementa el flujo de caja del último periodo.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

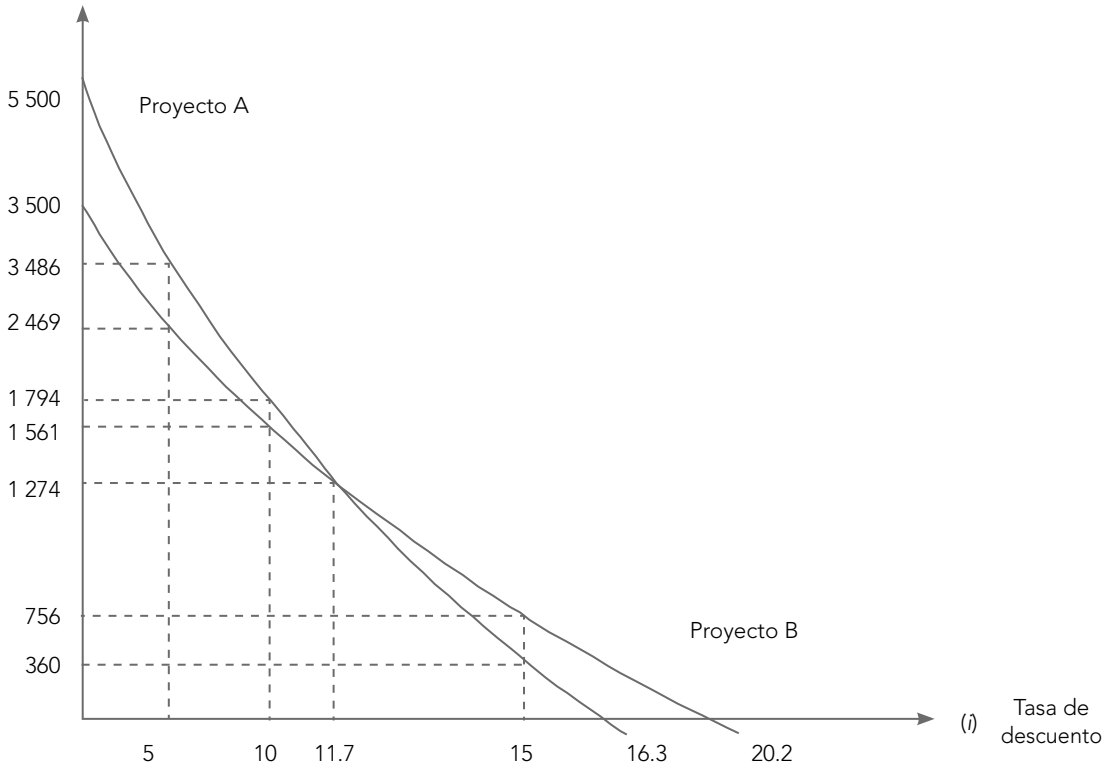


Figura 15.3 Proyectos A y B respecto a la tasa de descuento.

ciones de capital, calculando así el VAN del inversionista. El método denominado **VAN ajustado** considera que las decisiones de inversión y las decisiones de financiamiento deben determinarse conjuntamente pero de manera "independiente", es decir, se construye el flujo del proyecto puro, el cual es descontado de la tasa exigida al proyecto, y luego se construye, paralelamente, el flujo de la deuda, el cual es descontado de la tasa de la deuda; así se obtiene el VAN del proyecto y el VAN de la deuda. Dado que ambos valores están expresados en valor presente, resulta coherente proceder a su suma aritmética, obteniéndose así el VAN ajustado, es decir, el VAN del proyecto puro ajustado por el efecto económico derivado de la estructura de financiamiento:

$$\text{VAN ajustado} = \text{VAN del proyecto} + \text{VAN de la deuda}$$

Deberá recordarse que esta "independencia" de cálculo es relativa, pues, como se indicó en el capítulo anterior, mientras mayores sean los niveles de deuda, las probabilidades de quiebra y sus costos son mayores. Cuando el nivel de deuda supera el óptimo, inevitablemente el flujo de los activos o flujo de caja del proyecto puro se verá afectado. Para que la deuda no afecte el flujo de la operación, esta deberá ser libre de riesgo, es decir, que la capacidad operacional sea capaz de asumir los compromisos financieros incluso ante escenarios adversos.

concepto clave

TIR ajustada: desde el punto de vista conceptual, es el cálculo de la rentabilidad de los activos ajustada por el efecto económico derivado de la estructura de financiamiento.

La **TIR ajustada**, desde el punto de vista conceptual, corresponde al cálculo de la rentabilidad de los activos ajustada por el efecto económico derivado de la deuda. Como se indicó en el capítulo 14, cuando la deuda es libre de riesgo, es decir, cuando los compromisos financieros en relación con la capacidad de generación de flujos operacionales son muy bajos, entonces la deuda genera valor, pues al proyectar los flujos de la deuda y al ser estos descontados de la tasa de la deuda, se obtiene el valor presente del ahorro tributario. Si al VAN del proyecto puro se suma el valor presente del ahorro tributario, entonces podrá calcularse la TIR ajustada. Dado que la deuda en este escenario genera valor, la TIR ajustada será mayor que la **TIR de los activos**. Supóngase el ejemplo del cuadro 15.7 para comprender mejor la situación:

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Cuadro 15.7

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Flujo neto activos	(40 000)	10 960	12 696	14 606	16 706	29 017
VAN 13%	15 760					
TIR activos	25.7%					
Flujo neto deuda	16 000	(3 571)	(3 602)	(3 636)	(3 671)	(3 708)
VAN 5.50%	483					
Flujo neto ajustado	(40 000)	10 960	12 696	14 606	16 706	29 017
VAN de la deuda	483					
Flujo neto ajustado	(39 517)	10 960	12 696	14 606	16 706	29 017
TIR ajustada	26.3%					

Como puede observarse, al calcular la TIR del proyecto puro o TIR de los activos, se obtiene una rentabilidad anual de 25.7%. Sin embargo, al descontar el valor presente del ahorro tributario a la inversión inicial del flujo de los activos, la rentabilidad de los activos aumenta a 26.3%, pues se está adicionado al cálculo el valor presente del ahorro tributario. Observe que el valor de $483 representa, en un solo valor, el efecto económico derivado de la estructura de financiamiento.

recuerde y reflexione

La TIR ajustada y la TIR del inversionista son dos conceptos diferentes: mientras el primero mide la rentabilidad de los activos ajustado por el valor presente del beneficio tributario, el segundo mide la rentabilidad de los recursos efectivamente aportados por el inversionista.

15.6. El periodo de recuperación o *payback*

concepto clave

Periodo de recuperación o *payback*: determina el número de periodos necesarios para recuperar la inversión inicial.

Uno de los criterios tradicionales de evaluación, bastante difundido, es el del **periodo de recuperación** (PR) de la inversión, también conocido como ***payback***, mediante el cual se determina el número de periodos necesarios para recuperar la inversión inicial, resultado que se compara con el número de periodos aceptables por la empresa. Si los flujos fuesen idénticos y constantes en cada periodo, el cálculo se simplifica en la siguiente expresión:

15.24

$$PR = \frac{I_0}{BN}$$

donde PR, periodo de recuperación, expresa el número de periodos necesarios para recuperar la inversión inicial, I_0, cuando los beneficios netos generados por el proyecto en cada periodo son BN.

Por ejemplo, si la inversión fuese de $2 000 y los beneficios netos anuales de $400, el PR sería de:

$$PR = \frac{2\,000}{400} = 5$$

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Es decir, en cinco años se recuperará la inversión nominal.

Si el flujo neto difiriera entre periodos, el cálculo se realiza determinando por suma acumulada el número de periodos que se requieren para recuperar la inversión.

Suponiendo una inversión de $3 000 y los flujos que se muestran en el cuadro 15.8, se obtendría:

Cuadro 15.8

Año	Flujo anual	Flujo acumulado
1	500	500
2	700	1 200
3	800	2 000
4	1 000	3 000
5	1 200	
6	1 600	

En este ejemplo la inversión se recupera al término del cuarto año.

La ventaja de la simplicidad de cálculo no logra contrarrestar los peligros de sus desventajas. Entre estas cabe mencionar que el criterio ignora las ganancias posteriores al periodo de recuperación, subordinando la aceptación a un factor de liquidez más que de rentabilidad. Tampoco considera el valor tiempo del dinero, al asignar igual importancia a los fondos generados el primer año que a los del año *n*.

Lo anterior puede solucionarse si se descuentan los flujos de la tasa de descuento y se calcula la suma acumulada de los beneficios netos actualizados al momento cero.

Descontando los flujos a la tasa de 10% anual, en el ejemplo anterior se tendrían los resultados del cuadro 15.9.

Cuadro 15.9

Año	Flujo anual	Flujo acumulado	Flujo acumulado
1	500	454.54	454.54
2	700	578.48	1 033.02
3	800	601.04	1 634.06
4	1 000	683.00	2 317.06
5	1 200	745.08	3 062.14
6	1 600		

Esto indica que la inversión se recuperaría en un plazo cercano a cinco años.

15.7. Las tasas de retorno ROA y ROE

Otro criterio comúnmente utilizado es el de la tasa de retorno (TR), que define una rentabilidad anual esperada sobre la base de la siguiente expresión:

15.25

$$TRC = \frac{BN}{I_0}$$

www.fullengineeringbook.blogspot.com

donde *TR* es una razón porcentual entre la utilidad esperada de un periodo y la inversión inicial requerida. Este criterio se conoce también como ROA o ROE,[7] dependiendo de las partidas que se utilicen en la fórmula. BN representa el resultado operacional del proyecto en un momento determinado, luego de pagar impuestos y sumadas las depreciaciones correspondientes, es decir, equivale a un resultado operacional neto. Si para el cálculo del BN se utilizan solo flujos asociados a la operación y el valor de I_0 corresponde al valor de los activos, entonces se obtendrá una tasa de retorno sobre los activos en un periodo determinado, denominada ***Return Over Assets*** (ROA, por su siglas en inglés). Si, por el contrario, el valor de BN es determinado considerando los flujos operacionales del proyecto, incluidos los gastos financieros de la deuda, y, por otra parte, a la inversión inicial se le resta el valor del préstamo, es decir, se considera solo la inversión inicial del inversionista, conocida también como el valor del capital propio o patrimonio, entonces se obtendrá una tasa de retorno sobre el patrimonio en un periodo determinado, denominada ***Return Over Equity*** (ROE, por su siglas en inglés). El cuadro 15.10 muestra el cálculo de ambos criterios:

conceptos claves

***Return Over Assets* (ROA):** la tasa de retorno sobre los activos en un periodo determinado.

***Return Over Equity* (ROE):** la tasa de retorno sobre el patrimonio en un periodo determinado.

Cuadro 15.10

Concepto	SIN deuda	CON deuda
Ingresos	12 000	12 000
Costo de venta	(7 800)	(7 800)
Gastos de administración y ventas	(2 500)	(2 500)
EBITDA	**1 700**	**1 700**
Intereses crédito	0	(605)
Depreciaciones	(200)	(200)
Resultado antes de impuestos	1 500	895
Impuestos 20%	(300)	(179)
Resultado después de impuestos	1 200	716
Depreciaciones	200	200
Flujo neto	**1 400**	916

Inversión en activos	20 000	
Deuda	(11 000)	
Patrimonio	9 000	
ROA	$\frac{1\,400}{20\,000}$ =	**7.0%**
ROE	$\frac{916}{9\,000}$ =	**10.2%**

A pesar de que, al igual que la TIR, este criterio apunta a medir la rentabilidad sobre la inversión, la diferencia radica en que calcula la rentabilidad de la inversión en un momento determinado del tiempo, mientras que la TIR lo hace en el largo plazo, considerando la variabilidad en el comportamiento de los flujos futuros.

[7] ROA y ROE provienen de las expresiones en inglés *Return Over Assets* y *Return Over Equity*, respectivamente.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

El cálculo de ROA y ROE se realiza con los flujos de la operación después de impuestos y sumada la depreciación, pues dicho flujo representa la generación operacional neta del periodo en análisis. Si se le resta la inversión en Capex o la amortización de la deuda en el caso de un proyecto financiado, el valor de los activos y el patrimonio respectivamente cambia, por lo tanto la base del cálculo de ambos ratios también difiere. Por ello, el cálculo del ROA y ROE corresponde a los activos o patrimonio que dio origen a dicho flujo.

15.8. Razón beneficio costo (RBC)

Otro criterio tradicionalmente utilizado en la evaluación de proyectos es la razón beneficio-costo (RBC). Cuando se aplica teniendo en cuenta los flujos no descontados de caja, conlleva los mismos problemas ya indicados respecto del valor tiempo del dinero. Estas mismas limitaciones han inducido a utilizar factores descontados. Para ello simplemente se aplica la siguiente expresión:

15.26

$$RBC = \frac{\sum_{t=1}^{n} \frac{Y_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^{n} \frac{E_t}{(1+i)^t}}$$

que no es otra cosa que una variación de la ecuación 15.15 para calcular el VAN, en la cual se restaba el denominador al numerador de la ecuación 15.24.

Una manera diferente de presentar este indicador es:

15.27

$$\frac{\sum_{t=1}^{n} \frac{Y_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^{n} \frac{E_t}{(1+i)^t}}$$

donde:

$Y =$ Ingresos
$E =$ Egresos (incluida la inversión I_0)

Esta interpretación es más lógica respecto de los beneficios (ingresos) y costos (egresos con I_0 incluida).

Es fácil apreciar que ambas fórmulas proporcionan igual información. Cuando el VAN es cero (ambos términos de la resta son idénticos), la RCB es igual a uno. Si el VAN es superior a cero, la RBC será mayor que uno.

Las deficiencias de este método respecto al VAN tienen que ver con que este entrega un índice de relación en lugar de un valor concreto, requiere mayores cálculos al hacer necesarias dos actualizaciones en vez de una y debe calcularse una razón en lugar de efectuar una simple resta.

concepto clave

Anualidad equivalente: la expresión uniforme del comportamiento de ingresos y gastos que ocurren de manera desigual o diversa durante un periodo determinado.

15.9. El criterio de la anualidad equivalente

Un criterio comúnmente utilizado tiene relación con la **anualidad equivalente**, que es una expresión uniforme del comportamiento de ingresos y gastos que ocurren de manera desigual o diversa durante un periodo determinado. Este criterio busca convertir dicho comportamiento en una anualidad equivalente uniforme, respetando el valor del dinero en el tiempo. Es este último concepto lo que hace diferir el valor obtenido de la media aritmética. Para entender el concepto observe la situación que se registra en el cuadro 15.11.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Cuadro 15.11

Proyección efectiva

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Flujo neto	0	100	180	230	300	450	600
VA	1 235						
CAE	284						
Costo promedio	310						
TASA	10%						

Proyección de la media

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Flujo neto	0	310	310	310	310	310	310
VA	1 350						

Proyección del CAE

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Flujo neto	0	284	284	284	284	284	284
VA	1 235						

Al calcular el valor presente del primer flujo proyectado, se obtiene un valor de $1 235. Sin embargo, si se determina el promedio de los distintos flujos futuros y se proyectan utilizando el mismo horizonte de evaluación, al calcular el valor presente se obtiene un valor de $1 350. Por lo tanto, el valor presente del promedio no es equivalente al valor presente de los flujos efectivos de cada periodo. No obstante, si se calcula el valor de una cuota considerando seis periodos proyectados, a la misma tasa que se efectúa el cálculo del valor presente, se obtiene un valor de $284.

VA = $1 235
N = 6
Tasa = 10%
Valor cuota: $310

Al proyectar el valor de la cuota en los seis periodos considerados en el análisis y luego calcular el valor presente, se obtiene un valor de $1 235, que es equivalente al valor presente del flujo efectivo. Esta equivalencia se logra debido a que el cálculo de la cuota sí respeta el principio del valor en el tiempo, lo que no ocurre con el cálculo de la media aritmética.

La anualidad equivalente no solo obedece a costos, sino también a beneficios o tasas porcentuales proyectadas; por ello existen los conceptos de **costo anual equivalente** (CAE), **beneficio anual equivalente** (BAE) y **tasa anual equivalente** (TAE).

Una aplicación práctica de la anualidad equivalente surge cuando se requiere determinar el momento óptimo de reemplazo de un activo. Si el costo de operación efectivo es mayor que la anualidad equivalente, entonces resulta más conveniente reemplazar el activo que mantenerlo. Ello se ilustra claramente en la figura 15.4.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

concepto clave

Valor anual equivalente: se determina calculando primero el VAN del proyecto y después su equivalencia como flujo constante.

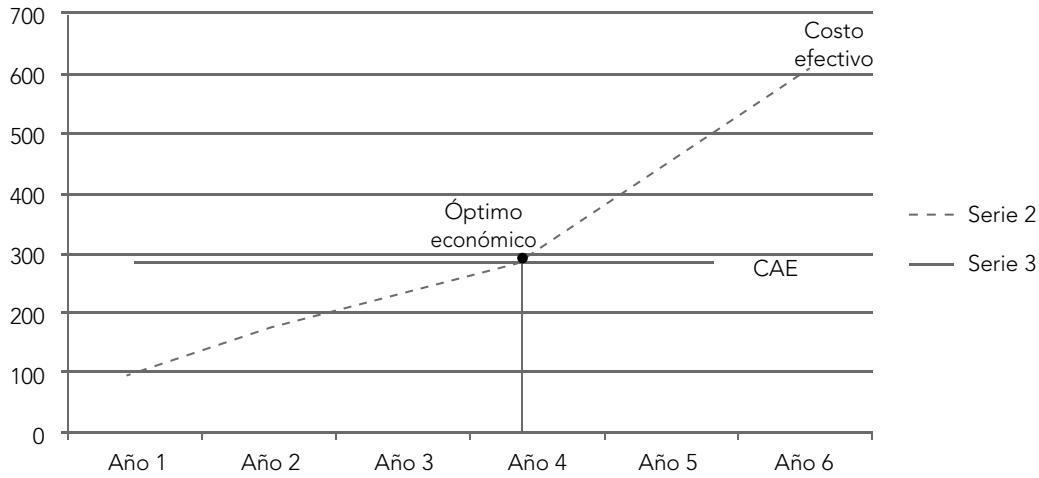


Figura 15.4

La serie 2 de la figura representa el costo efectivo de operar el activo. Como puede observarse, en la medida que pasa el tiempo, el costo total de operación aumenta, básicamente por los mayores costos asociados a su mantenimiento. El hecho de que los mayores costos se den en el futuro implica que el CAE sea menor, pues el valor presente de dichos flujos es más pequeño. Como puede observarse en la figura, al comienzo, el costo de operación efectivo es menor al CAE por lo que económicamente conviene mantener el activo, sin embargo, a partir del cuarto año, el costo efectivo comienza a ser mayor por lo que resulta conveniente su reemplazo.

Otra aplicación práctica de la anualidad equivalente surge cuando se desea comparar dos proyectos cuya vida útil es distinta, en cuyo caso deberá calcularse el **valor anual equivalente** (VAE). Este se determina calculando primero el VAN del proyecto y después su equivalencia como flujo constante. Esto es:

15.28

$$VAE = \frac{VAN}{\sum_{t=1}^{n} \frac{1}{(1+i)^t}}$$

Por ejemplo, si se comparan dos proyectos que presentan la información que aparece en el cuadro 15.12, el VAN del proyecto A es mejor que el del proyecto B. Sin embargo, su VAE indica lo contrario.

Cuadro 15.12

Concepto	Vida útil	VAN	VAE	i
Proyecto A	9 años	3 006	630	15%
Proyecto B	6 años	2 975	786	15%

Quienes plantean este modelo señalan que el VAN no puede usarse para comparar opciones con distinta vida útil, ya que no considera el incremento en la riqueza anual del inversionista.

Alternativamente, proponen "repetir" ambos proyectos tantas veces como sea necesario para que finalicen en un mismo momento. Por ejemplo, para el caso anterior, ambos proyectos deberían evaluarse en un horizonte de 18 años, asumiendo que el primero se repite dos veces y

www.fullengineeringbook.blogspot.com

el segundo tres. El procedimiento anterior permitirá evaluar los proyectos con un mismo horizonte.

Ambas propuestas, sin embargo, tienen un supuesto que debe ser evaluado en cada situación antes de ser utilizado: todas las opciones pueden repetirse en las mismas condiciones de la primera vez sin que se modifique su proyección de flujos por cambios en la competencia ni por ningún otro factor.

Si los proyectos que se evalúan son para determinar qué maquinaria usar, es muy probable que los métodos señalados sean válidos, pero si son de carácter comercial, es muy posible que al término del sexto año la empresa no encuentre un proyecto tan rentable como el B y deberá invertir a su tasa de costo de capital (si es eficiente, ya habrá invertido en todos los proyectos que rindan sobre su tasa de costo de capital). Siendo así, el VAN de todo proyecto que haga desde ese momento será cero, con lo cual en definitiva vuelve a ser más atractivo el proyecto que exhiba el mayor VAN.

El VAE o la suposición de repetir varias veces el proyecto solo será válido cuando el supuesto de repitencia pueda ser probado.

Una manera de corregir el efecto de vidas útiles diferentes será incorporando un mayor valor de desecho al equipo de mayor vida útil en el momento de la vida útil del de menor duración.

15.10. Efectos de la inflación en la evaluación del proyecto

La **inflación** representa un alza sostenida en el nivel de precios. Si se asume que todos los componentes del flujo de caja, incluida la tasa de descuento, se corrigen en igual proporción, podría decirse entonces que la rentabilidad del proyecto no debiera verse afectada, pues todo se corrige por el mismo factor, numerador y denominador.

El problema de la inflación se presenta cuando no todos los factores se corrigen en igual proporción, en cuyo caso se producirían cambios en los precios relativos que sí podrían afectar la rentabilidad del proyecto.

Del análisis realizado al inicio del presente capítulo se puede deducir que una inversión es el sacrificio de un consumo actual por otro mayor que se espera en el futuro. Al ser esto así, lo que debe ser relevante en la evaluación de un proyecto son los flujos reales, en lugar de sus valores nominales, pues estos últimos no miden cambios en el nivel de riqueza, que es precisamente el objetivo del cálculo de un VAN. En economías con inflación, en consecuencia, los flujos nominales deberán convertirse a moneda constante, de manera tal que toda información se exprese en términos de poder adquisitivo del periodo cero del proyecto, suponiendo que este representa el periodo en el que se evaluará económicamente. En definitiva, la construcción de un flujo de caja proyectado considera lo que ocurrirá mañana tomando en cuenta el poder adquisitivo actual.

Es importante hacer notar la diferencia entre inflación y cambio en los niveles de precio. Normalmente, la estructura de costos esperada de un proyecto será distinta a la inflación que calcula la autoridad. Cada proyecto puede presentar variaciones en sus costos que nada tienen que ver con la inflación que ocurre en la economía. A ello le denominaremos cambios reales en la estructura de costos o de ingresos. Todo inversionista intentará llevar a precio los cambios que se produzcan en sus costos, pero ello no siempre será posible, en cuyo caso habrá un cambio en los precios relativos que sí debiera considerarse en el cálculo de la rentabilidad. Uno ejemplo de ello podría ser un proyecto de minería, en el que el precio del metal se determina internacionalmente, en forma independiente de lo que ocurra con los costos internos. Al producirse un cambio en los precios relativos o términos de intercambio, necesariamente deberá incorporarse este efecto en la evaluación económica; de lo contrario, no se estaría midiendo de manera correcta la rentabilidad asociada.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

La incorporación de la inflación como factor adicional en la evaluación de proyectos supone procedimientos similares, cualquiera que sea el criterio utilizado. Dicho procedimiento implica que tanto la inversión inicial como el flujo de caja y la tasa de descuento deben ser homogéneos entre sí; es decir, deben estar expresados en moneda constante de igual poder adquisitivo. Para ello, lo más simple es trabajar con los precios vigentes en el momento de la evaluación. En este caso, la ecuación 15.19 se aplica directamente.

Si los flujos tuvieran incorporada la expectativa de la inflación, tanto en sus ingresos como en sus egresos, el VAN se calculará de la siguiente manera:

15.29
$$VAN = \sum_{t=1}^{n} \frac{Bn_t(1+\phi)^t}{[(1+i)(1+\phi)]^t} - I_0$$

donde $(1 + \phi)$ representa el factor de descuento de los flujos por el efecto de la inflación (ϕ).

Sin embargo, para que la ecuación 15.27 pueda utilizarse correctamente, debe existir la condición de que toda la inversión inicial tenga el carácter de no monetaria.[8] Pero son muchos los proyectos que requieren una inversión significativa en activos monetarios; por ejemplo, aquellas inversiones en capital de trabajo, como efectivo o cuentas por cobrar que ven disminuido el poder adquisitivo de la inversión por efectos de la inflación.

recuerde y reflexione

Cuando la inversión inicial está compuesta, parcial o totalmente, por elementos monetarios, en cada periodo posterior a la evaluación habrá una pérdida de valor por inflación, que deberá descontarse de los flujos de efectivo en los periodos correspondientes.

Si la inversión estuviera en moneda constante, pero tuviera un componente parcial de activos monetarios, y el flujo de caja también estuviese en moneda constante, el VAN del proyecto resultaría de la siguiente formulación:

$$VAN = \sum_{t=1}^{n} \frac{Bn_t - \left[\frac{I_0^m}{(1+\phi)^t}\right] x\phi}{(1+i)^t} - I_0$$

donde el factor

$$\frac{I_0^m}{(1+\phi)} x\phi$$

representa la pérdida por inflación que afecta la parte de la inversión inicial que tiene un carácter monetario (I_0^m).

Al descontar esta pérdida por inflación, el numerador de la sumatoria queda expresado en la moneda real del periodo cero, con lo cual la evaluación se realiza sobre bases más exactas.

Note que para calcular la TIR en estas condiciones el procedimiento es idéntico. Bastará con hacer el VAN igual a cero en la ecuación 15.27 y buscar la tasa *r* (*i*, en la ecuación) que haga factible ese resultado.

Por otra parte, si se considera la posibilidad de endeudamiento para financiar parcial o totalmente la inversión inicial, surgen dos efectos complementarios similares. Primero, teniendo el endeudamiento una tasa de interés fija por periodo, el monto real que hay que pagar por este concepto se abarata en presencia de inflación. Segundo, al amortizarse el préstamo en un periodo futuro, también se genera una ganancia por inflación derivada del pago diferido de una cantidad fija. Lo que pudiera corregirse fácilmente si la tasa de interés definida es real, es decir, por sobre la variación de los precios.

[8] No monetarios son aquellos bienes reales que no modifican su valor real en épocas de inflación (inventarios, equipos, deuda en moneda extranjera), mientras que monetarios son aquellos que sí se modifican (efectivo en caja, cuentas por cobrar o pagar en moneda nacional).

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Aquí no interesa analizar si el prestatario ha recargado a la tasa de interés cobrada un factor adicional por sus propias expectativas de una tasa de inflación. Lo que interesa es corregir los flujos de caja del proyecto, de manera que expresen la situación real esperada.

Para aclarar estos conceptos, supóngase la existencia de un proyecto que ofrece el flujo de caja del cuadro 15.13.

Cuadro 15.13

Periodo	Flujo neto
0	(1 000)
1	200
2	400
3	700

Si 20% de la inversión del año cero fuera financiada con un préstamo amortizable a fines del tercer año en una sola cuota, si la tasa de interés fuera de 15% cancelable anualmente y si la inflación esperada fuese de 10% anual, se tendría un flujo por financiamiento como el que muestra el cuadro 15.14.

Cuadro 15.14

Flujo por financiamiento				
Periodo	Intereses	Amortización	Préstamo	Flujo total
0			200	200
1	(30)			(30)
2	(30)			(30)
3	(30)	(200)		(230)

Como se mencionó, el desembolso de los intereses y la amortización generan una ganancia por inflación que se calcula aplicando al flujo un factor de descuento por inflación, de manera que:

$$200 + \frac{-30}{(1 + 0.10)} + \frac{-30}{(1 + 0.10)^2} + \frac{-230}{(1 + 0.10)^3}$$

con lo que se tiene:

$$200 - 27.07 - 24.79 - 172.80$$

El cuadro 15.15 muestra el resultado de combinar el flujo del proyecto con el flujo del financiamiento.

Cuadro 15.15

Periodo	Flujo proyecto	Financiamiento	Flujo neto[11]
0	(1 000)	200.00	(800.00)
1	200	(27.07)	172.93
2	400	(24.79)	375.21
3	700	(172.80)	527.20

[11] El VAN de este flujo necesariamente será mayor que el del proyecto original, puesto que este incorpora el efecto de la inflación por pagos diferidos de la amortización y de un interés anual constante, que generan ganancias por inflación. En el caso general, deberá compararse las ganancias por el capital y las pérdidas por los intereses.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Al generalizar este último caso, puede plantearse la siguiente ecuación:

$$\textbf{15.30} \qquad \sum_{t=1}^{n} \frac{Bn_t - \left[\dfrac{jI_0^p}{(1+\phi)^t} + \dfrac{I_0^p}{(1+\phi)^n}\right]}{(1+i)^t} - (I_0 + I_1^p)$$

donde j representa la tasa de interés del préstamo e I_0^p, el monto de la inversión financiada con préstamo. En el caso de que hubiera devoluciones parciales del préstamo, deberá cambiarse la potencia n por t en el factor que la actualiza.

Obviamente, es posible combinar las variables de financiamiento y de inversión en activos monetarios. Para ello, bastaría reemplazar el BN_t de la ecuación 15.28 por todo el numerador de la sumatoria de la ecuación 15.27. Tal como se señaló anteriormente, la TIR en este caso se calcula haciendo el VAN igual a cero y determinando la tasa r correspondiente.

También es posible agregar las expectativas de inflación de los inversionistas que aportan capital propio. Sin embargo, puesto que su inclusión se efectúa modificando la tasa de descuento, este análisis se dejará para el capítulo siguiente, en el cual se trata en detalle la determinación de la tasa de descuento pertinente para el proyecto.

Por otra parte, si se evalúa en función de la tasa interna de retorno, surgen consideraciones que llevan a tratar los conceptos de tasas nominal y real de interés, porque con inflación la TIR no se constituye en una medida real de la rentabilidad de un proyecto.

Recordando la ecuación para calcular la TIR, se tiene:

$$\textbf{15.31} \qquad \sum_{t=1}^{n} \frac{BN_t}{(1+r)^t} - I_0 = 0$$

En este caso, se define r como la tasa nominal del proyecto. Es nominal porque no ha sido corregida respecto al efecto de inflación. En presencia de esta, puede modificarse la expresión anterior, separando el factor inflación del factor rendimiento. En este caso, se tiene:

$$\textbf{15.32} \qquad \sum_{t=1}^{n} \frac{BN_t}{(1+R)^t(1+\phi)} - I_0 = 0$$

donde R es la tasa de rentabilidad real del proyecto y $(1 + r)^t = (1 + R)^t(1+ \phi)^t$.

Luego, basta despejar R de la ecuación 15.29 para obtener la tasa real. Esto es:

$$\textbf{15.33} \qquad R = \frac{r - \phi}{1 + \phi}$$

Puesto que el objeto de la TIR es ser comparada con una tasa de corte, se presenta como alternativa calcular la tasa nominal y compararla con una tasa de corte incrementada por el factor inflación.

De la misma manera como se trató el financiamiento, en el modelo pueden y deben incluirse todas aquellas variables que impliquen pérdidas o ganancias por inflación.

Resumen

En este capítulo se presentaron los principales criterios utilizados en la evaluación de proyectos de inversión. A pesar de que algunos de ellos presentan mayor fortaleza que otros, en la práctica son más complementarios que suplementarios. Asimismo, resulta fundamental establecer qué se quiere medir y el punto de vista desde el que se pretende hacerlo. Mien-

www.fullengineeringbook.blogspot.com

tras la tasa interna de retorno (TIR) de los activos y la TIR del patrimonio miden la rentabilidad en el largo plazo, la ROA y la ROE lo hacen en el corto plazo en un momento determinado. Muchos métodos se han desarrollado para evaluar proyectos, aunque todos son comparativamente inferiores al valor actual neto (VAN); algunos lo son por no considerar el valor tiempo del dinero, y otros porque, aunque lo consideran, no entregan una información tan concreta como aquel. Frente a las limitaciones de los métodos que no consideran el valor tiempo del dinero, se presentan dos alternativas de evaluación: el VAN y la TIR. Si bien ambos tienen ventajas sobre aquellos, el VAN es en todos los casos superior a la TIR. Quizás en favor de esta solo pueda plantearse, en dicha comparación, la mayor facilidad de los ejecutivos para su comprensión, que ven en una tasa de rentabilidad una unidad de medida menos compleja que una cantidad de dinero neta expresada en términos actualizados. Sin embargo, las fuertes limitaciones tratadas en este capítulo la hacen no recomendable para la decisión. La posibilidad de tasas múltiples y suponer que los beneficios netos generados son reinvertidos a la misma tasa interna de retorno del proyecto son las principales deficiencias del método y pueden conducir a decisiones de inversión equivocadas.

Un objetivo especial de este capítulo era dejar de manifiesto la importancia de incluir el análisis de los efectos de la inflación en la evaluación del proyecto. La evaluación, para que tenga sentido, debe tener un carácter lo más realista posible. Solo así podrá compararse el sacrificio de consumo presente con los mayores ingresos futuros esperados. En consecuencia, será preciso incorporar las ganancias y pérdidas por inflación que se generan sobre los flujos de caja, lo que significa que deberán incorporarse los efectos en los precios relativos, pues ellos afectan la rentabilidad del proyecto, no así cuando todos los factores se ajustan a los cambios inflacionarios en la misma proporción, pues en ese caso los precios relativos se mantienen constantes sin que afecten la rentabilidad del negocio. Si bien se recomienda trabajar con ingresos y egresos expresados en moneda constante, para obviar el problema de inflación en los montos, no puede desconocerse la posibilidad bastante real de la existencia de activos monetarios en la inversión inicial o de una fuente de financiamiento con capital ajeno a tasas de interés nominales constantes que afectarán la valoración real de los flujos de caja del proyecto.

Preguntas y problemas

1. Señale en qué circunstancias las técnicas de evaluación TIR y VAN pueden conducir a resultados contradictorios y cuándo pueden proporcionar igual resultado. Grafique esta última situación y explique qué ocurriría cuando se desea jerarquizar proyectos.
2. Explique de qué manera la inflación puede afectar en la construcción de flujos de caja proyectados.
3. Explique en qué se diferencia el cálculo de la TIR de los activos de la ROA.

Comente las siguientes afirmaciones:

a) Un proyecto que tenga un VAN negativo puede tener utilidades y uno que tenga un VAN positivo puede tener pérdidas.
b) La tasa interna de retorno mide el costo máximo del capital que puede resistir el proyecto.
c) El valor actual de los beneficios brutos descontados a la TIR del proyecto son siempre iguales al valor actual de los costos más la inversión, descontados a esa misma TIR.
d) El valor actual neto es el método más adecuado para elegir entre proyectos de distinta vida y distinta inversión.
e) El criterio de la tasa interna de retorno sirve para optar entre proyectos mutuamente excluyentes que tienen la misma inversión inicial.
f) Todo proyecto que muestre una evaluación positiva debe realizarse en el más breve plazo.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

g) Cuando los recursos no alcanzan para implementar todos los proyectos rentables, el uso de la tasa interna de retorno sigue siendo el método más razonable.
h) Si la tasa interna de retorno es positiva, el valor actual neto también lo es.
i) Si la tasa marginal interna de retorno de un proyecto es mayor que cero, entonces convendrá aumentar el tamaño de un proyecto.
j) Si baja la tasa de interés, subirá el peso promedio de los novillos que se envían al matadero.
k) Uno debería mostrarse indiferente entre dos proyectos excluyentes que, teniendo igual TIR, tienen también igual flujo de beneficios brutos.
l) Si la inversión de un proyecto excede la capacidad financiera del inversionista, será preferible hacer una versión reducida del proyecto que tenga un VAN positivo, antes que no hacer nada.
m) Un proyecto que presenta un VAN igual a cero no debe implementarse, ya que no genera utilidades al inversionista.
n) Los cambios en la tasa de retorno requerida determinarán cambios en el precio del producto que se elabore si se llega a implementar el proyecto.
ñ) Ningún proyecto debe evaluarse a un horizonte de más de 30 años, ya que después de esa fecha las cifras traídas a valor actual no son relevantes.
o) Las técnicas del VAN y de la TIR pueden utilizarse indistintamente para determinar la conveniencia o inconveniencia de desarrollar una determinada inversión. Sus resultados permiten llegar a las mismas conclusiones, razón por la cual da lo mismo la adopción de uno u otro criterio de evaluación.
p) La TIR y la tasa de descuento representan el costo de oportunidad del inversionista cuando el VAN es igual a cero.
q) Todo proyecto que entregue un flujo negativo deberá ser rechazado.

Material complementario

Ejercicios recomendados del texto complementario: José Manuel Sapag, *Evaluación de proyectos*, *guía de ejercicios*, *problemas y soluciones*, McGraw-Hill, 3a. ed., 2007:

1. Compañeros, **2.** Ahorro, **3.** Lotería, **4.** Contrato, **5.** Préstamo, **6.** Periodos, **7.** Cuotas, **8.** Valor presente, **9.** Testamento, **10.** Depósito, **61.** Ferrocarriles del Sur.

Bibliografía

Aluja, Gil, "Incidencia de la inflación en las inversiones de la empresa" en *Alta dirección*, (57):91-103, 1974.

Besley, S. y E. F. Brigham, *Essentials of Managerial Finance,* Thomson/South-Western, 2007.

Elton, E. J., M. J. Gruber, S. J. Brown y W. N. Goetzmann, *Modern Portfolio Theory and Investment Analysis*, John Wiley & Sons, 2009.

Lorie H. y L. Savage, "Three Problems in Rationing Capital" en *Foundation for Financial Management*, Homewood, I11, Irwin, 1966.

Melicher, R. W. y E. A. Norton, *Introduction to Finance: Markets, Investments, and Financial Management,* John Wiley & Sons, 2010.

Parkinson, A., *Managerial Finance*, Taylor & Francis, 2012.

Pinilla Más, F., *Administración y finanzas*, Anele, 2001.

Ramírez, Octavio, "Presupuestación de capital bajo condiciones de inflación" en *Temas administrativos*, (32):4-7, 1978.

Sanfeliu, I. B. y A. M. G. Bernabeu, *Técnicas financieras y sus aplicaciones a la empresa,* Universitat Politècnica de València, 2006.

Schultz, R. G. y R. E. Schultz, *Basic Financial Management*, Intext Educational Publishers, 1972.

Tarantino, A., *Operational Risk Management in Financial Services*, John Wiley & Sons, 2010.

Van Horne, J. C. y J. M. Wachowicz, *Fundamentals of Financial Management*, Financial Times Prentice Hall, 2005.

Vélez Pareja, Ignacio, "Evaluación de proyectos en inflación" en *Decisiones de inversión*

www.fullengineeringbook.blogspot.com

enfocados a la valoración de empresas, cap. 7:300-322, 2011.

Vélez Pareja, Ignacio, *Decisiones de inversión: para la valoración financiera de proyectos y empresas*, Pontificia Universidad Javeriana, 2006.

White, J. A., *Principles of Engineering Economic Analysis,* Wiley, 1998.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Capítulo 16

Costo de capital

El objetivo de este capítulo es establecer las pautas generales que deben considerarse en el cálculo de la tasa de costo de capital pertinente para evaluar un proyecto. Una de las variables que más influye en el resultado de la evaluación de un proyecto es la tasa de descuento empleada en la actualización de sus flujos de caja. Aunque todas las variables restantes se hayan proyectado en forma adecuada, la utilización de una tasa de descuento inapropiada induce a un resultado errado en la evaluación. Para comprender la relevancia del tema, observe la siguiente situación. Una empresa se enfrenta a dos proyectos, A y B, con diferentes niveles de inversión, y debe escogerse uno de ellos. Al compararlos con la TIR, el proyecto A genera una mayor rentabilidad que B; sin embargo, al compararlos mediante el VAN, la respuesta dependerá de la tasa de costo de capital que finalmente se utilice, la que a su vez dependerá en gran medida del nivel de riesgo que represente cada proyecto. En efecto, mientras mayor sea el riesgo que se asuma, más retorno se exigirá a la inversión.

Cuadro 16.1

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Flujo neto proyecto A	(200 000)	83 746	100 495	120 594	144 712
Flujo neto proyecto B	(540 000)	200 000	204 220	304 220	214 220
TIR A	38%				
TIR B	24%				

Relación VAN / Tasa de descuento					
	6%	10%	15%	20%	25%
VAN A	184 324	148 631	110 843	79 153	52 332
VAN B	255 546	185 475	110 843	47 848	(5 794)

Como se puede observar en el cuadro 16.1, mientras mejor sea la tasa de descuento utilizada menor será el VAN del proyeccto, básicamente porque mientras más alto sea el retorno exigido a una inversión, menor valoración se le asignará hoy a los flujos futuros, lo que se ve reflejado en un mayor factor de descuento.

Si se considera la tasa de descuento como una función continua, el VAN de ambos proyectos se comportaría como se aprecia en la figura 16.1.

La importancia de este factor no es comúnmente reconocida en toda su magnitud; suelen observarse proyectos en los cuales todos los estudios parciales se desarrollan con un alto grado de profundidad, pero que adolecen de una superficialidad inexplicable en el cálculo de la tasa de

www.fullengineeringbook.blogspot.com

actualización. Como se explicó en el capítulo anterior, el VAN de dos proyectos que se comparan cambia según la tasa de actualización que se emplee. Esto también se muestra en la figura 16.1.

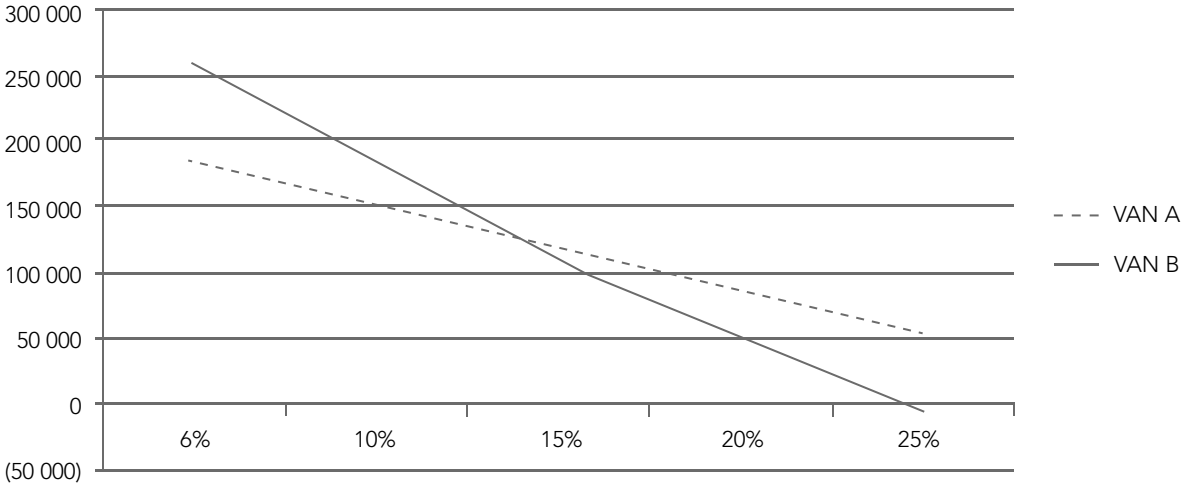


Figura 16.1 Relación VAN / tasa de descuento.

Como se observa en la figura, al descontar los flujos a tasas bajas, resulta más conveniente el proyecto A; sin embargo, al ir aumentando el costo de capital, la situación comienza a revertirse, a tal punto que al descontar los flujos netos a 15%, ambos generan idéntico VAN. A una tasa de 25% anual, el proyecto A, que es más atractivo a bajas tasas, genera un VAN negativo.

No resulta posible determinar el mejor curso de acción entre el proyecto A y el B, aunque A presente una mayor TIR, pues finalmente la decisión dependerá de cuál sea el nivel de riesgo de A y B. Si ambos presentan igual riesgo, la decisión es clara, pero si ello no es así, deberá necesariamente determinarse cuál es la relación riesgo-retorno eficiente de A y B; solo así se tendrá noción de cuál tendría que ser el costo de capital adecuado para descontar ambos flujos y determinar el mejor curso de acción. Por lo tanto, la decisión de alentar o desalentar la inversión en una determinada idea de proyecto dependerá adicionalmente de la tasa de actualización de los flujos que se utilice.

recuerde y reflexione

El costo de capital corresponde a aquella tasa que se utiliza para determinar el valor actual de los flujos futuros que genera un proyecto y representa la rentabilidad que debe exigírsele a la inversión por renunciar a un uso alternativo de los recursos en proyectos de riesgos similares.

Si en un mismo proyecto se usan diferentes tasas de descuento, podría observarse cómo cambia la decisión de elegir por el VAN entre dos opciones en la misma figura 16.1.

Toda empresa o inversionista espera ciertos retornos por la implementación de proyectos de inversión. Inicialmente, se desarrollan diversos sistemas para determinar e incorporar el costo capital, como las razones precio/utilidad, los dividendos esperados, los retornos esperados de la acción, los retornos sobre proyectos marginales, etcétera. Ninguno de estos métodos tradicionales incorpora el factor de riesgo asociado con la inversión.

Si los proyectos estuviesen libres de riesgo, no habría mayor dificultad en determinar el costo de capital, ya que bastaría usar como aproximación el retorno de los activos libres de riesgo, por ejemplo, la rentabilidad de los pagarés de gobierno. No obstante, la gran mayoría

www.fullengineeringbook.blogspot.com

de los proyectos no están libres de riesgo, por lo que se les debe exigir un premio por sobre la tasa libre de riesgo, el que dependerá de cuán riesgoso sea el proyecto.

Una de las dificultades frecuentes para la actualización de los flujos proyectados tiene relación con la determinación del costo de capital, ya que, por una parte, no existe una metodología común y, por otra, existe un factor importante relacionado con la dificultad para obtener información para su cálculo. Por eso, muchas veces se determinan tasas de descuentos estimadas por intuición, lo que sin duda puede generar grandes distorsiones en la asignación de recursos, a tal punto que puede recomendarse una iniciativa que no necesariamente es viable o rechazar una que sí lo sea.

La estimación del costo de capital es un punto de constante controversia entre los analistas. Un estudio realizado en junio de 2012 por Maquieira, Preve y Sarria-Allende,[1] determinó que la mayoría de los practicantes utilizan tasas basadas en la rentabilidad que los inversionistas desean obtener de la inversión por realizar; en segundo orden, en función de tasas bancarias; en tercer lugar, tasas basadas en el cálculo del CAPM; en cuarto, tasas promedio entre lo que desean obtener de la inversión y las tasas bancarias; en quinto, CAPM, incluidos factores de riesgo adicionales; en sexto, tasas basadas en rendimientos históricos de acciones, y en último orden, tasas basadas en decisiones regulatorias. Lo anterior no representa cuál debiera ser el camino correcto a seguir, sino que evidencia cómo los actuales ejecutivos financieros aplican sus criterios al momento de determinar el costo de capital para evaluar las decisiones de inversión.

Durante los últimos 40 años se ha desarrollado fuertemente la teoría de portfolio, que se basa en la cuantificación del riesgo en relación con cada proyecto en particular. La teoría moderna ha relacionado riesgo y rentabilidad principalmente con modelos como el CAPM y el APT[2] (*Arbitrage Pricing Theory*).

Todo proyecto de inversión implica usar una cuantía de recursos conocidos hoy, a cambio de una estimación de mayores retornos a futuro sobre los que no existe certeza. Por ello, en el costo de capital debe incluirse un factor de corrección por el riesgo que enfrenta.

Los recursos que el inversionista destina al proyecto provienen de dos fuentes generales: de recursos propios y de préstamos de terceros. El costo de utilizar los fondos propios corresponde a su costo de oportunidad o a lo que deja de ganar por no haberlos invertido en otro proyecto alternativo de similar nivel de riesgo. El costo de los préstamos de terceros corresponde al interés cobrado corregidos por su efecto tributario.

recuerde y reflexione

Buscar la manera de financiar un proyecto de inversión puede dar como resultado una variedad bastante importante de opciones diferentes. El evaluador de proyectos podría asumir la responsabilidad de la búsqueda de la mejor alternativa de financiamiento para el proyecto que está evaluando.

En proyectos de envergadura, puede recurrirse a fuentes internacionales de financiamiento o al Estado; así se va revelando una gama enorme de alternativas, cada una de las cuales tendrá características diferentes tanto cualitativa como cuantitativamente. Las condiciones de plazo, tasas de interés, amortización y garantías requeridas deberán estudiarse exhaustivamente. Por otra parte, tendrán que analizarse las barreras que sean necesarias superar para la obtención del financiamiento, las características cualitativas en torno de los trámites que deberán cumplirse, las exigencias de avales, el periodo que podría transcurrir desde el inicio de la solicitud de la operación de crédito hasta su concreción definitiva, etcétera.

[1] Maquieira, Preve y Sarria-Allende, "Theory and Practice of Corporate Finance: Evidence and Distintive Features in Latin America". *Emerging markes Review*. junio de 2012, vol. 3-2, pp. 118-148.

[2] El APT es un modelo que plantea que el retorno exigido a una determinada inversión no solo se explica por el riesgo que tenga dicha inversión respecto del riesgo del mercado, sino que además existe otro conjunto de factores que lo explican.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

recuerde y reflexione

De lo anterior se desprende que deben evaluarse todas las opciones de financiamiento posibles. Las preguntas básicas que corresponde hacerse consisten en cuáles son estas opciones y qué características tienen.

Las principales fuentes de financiamiento se clasifican generalmente en internas y externas. Entre las internas destacan la emisión de acciones y las utilidades retenidas en cada periodo después de impuesto. Entre las externas sobresalen los créditos de proveedores, los préstamos bancarios de corto y largo plazos, así como los arriendos financieros y el *leasing*.

concepto clave

Costo de capital: es el costo de utilizar los recursos que prevé cada una de las fuentes de financiamiento internas y externas.

El costo de utilizar los recursos que prevé cada una de estas fuentes se conoce como **costo de capital**. Aunque la definición pudiera parecer clara, la determinación de ese costo es en general complicada. Sin embargo, en las páginas siguientes se resumen aquellos elementos más importantes de la teoría de costo de capital, teoría de *portfolio*, y su aplicación a la evaluación de proyectos.

Las fuentes de financiamiento internas son generalmente escasas y limitadas y, por ende, la posibilidad de realizar el proyecto. Pretender financiar un proyecto exclusivamente con recursos propios implica que la empresa debe generar dichos recursos en los momentos en los que el proyecto lo requiera. Esto hace peligrar su viabilidad, ya que muchas veces la empresa no genera los recursos necesarios o no lo hace al ritmo que se le demanda.

Por otra parte, no deben desconocerse las ventajas que representa el financiamiento con recursos propios, que se traducen en un menor riesgo de insolvencia y en una gestión menos presionada, pero que en definitiva también deben evaluarse para lograr un equilibrio entre los niveles de riesgo y costo de la fuente de financiamiento.

El costo de capital propio se expresa como el retorno mínimo de beneficios que puede obtenerse en proyectos financiados con capital propio, con el fin de mantener sin cambios el valor de dicho capital.

Las fuentes externas generan distintos tipos de crédito con diferentes tasas de interés, plazos, periodos de gracia, riesgos y reajustabilidad. Un proyecto agroindustrial, por ejemplo, puede financiarse mediante una fundación internacional que facilite recursos para la compra de animales productivos, un proveedor que otorgue una línea de crédito para la compra de la maquinaria agrícola necesaria o un banco comercial que financie con un préstamo el capital de trabajo requerido para la puesta en marcha.

concepto clave

Tasa de costo de capital (o tasa de descuento): es el precio que se paga por los fondos requeridos para cubrir la inversión.

Es claro que cada proyecto puede tener múltiples fuentes de financiamiento simultáneas, las cuales, evaluadas correctamente, llevarán a la mezcla óptima de financiación, cuyo análisis se desarrollará más adelante.

La tasa de descuento del proyecto, o **tasa de costo de capital**, es el precio que se paga por los fondos requeridos para cubrir la inversión. Representa una medida de la rentabilidad mínima que se exigirá al proyecto, según su riesgo, de manera tal que el retorno esperado permita cubrir la totalidad de la inversión inicial, los egresos de la operación, los intereses que deberán pagarse por aquella parte de la inversión financiada con préstamos y la rentabilidad que el inversionista le exige a su propio capital invertido.

recuerde y reflexione

Si bien es posible definir un costo para cada una de las fuentes de financiamiento mediante deuda, con el objeto de buscar la mejor alternativa de endeudamiento, para la evaluación del proyecto interesará determinar una tasa promedio ponderada entre las distintas fuentes de financiamiento.

De acuerdo con lo señalado en el capítulo 14, existen diversas maneras de presentar el flujo de caja del proyecto. Sin embargo, se señalaba que este debería ser consecuente con la tasa de descuento seleccionada.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

16.1. Principales consideraciones en la estimación del costo de capital

Como se señaló, el propósito de este capítulo es establecer las pautas generales para la estimación del costo de capital, puesto que en su determinación deben conjugarse tanto aspectos cuantitativos como cualitativos, y por lo tanto subjetivos.

La primera consideración para establecer la rentabilidad del proyecto es la de no incorporar en una primera instancia las diversas fuentes de financiamiento a las que eventualmente podría accederse. De esta forma, la rentabilidad que debe exigirse al flujo de caja puro es la tasa de costo de capital asociada a los activos. Lo anterior parte del supuesto de que si el proyecto no resulta rentable a la tasa que se le exige a los activos, el inversionista no podría sustentar su decisión de llevarlo a cabo como consecuencia de que las fuentes del financiamiento externo, a tasas más bajas, convertirían un proyecto no rentable en uno rentable. Sería poco presentable argumentar ante la institución financiera la rentabilidad del proyecto. La determinación de la tasa para un inversionista en particular atenderá por lo menos cinco factores, algunos subjetivos y otros de carácter cuantitativo, que contribuyen directamente a su estimación. A continuación se analizarán los principales aspectos.

16.1.1 Tasa libre de riesgo

El funcionamiento de los mercados de capitales ha ido evolucionando de manera muy significativa en los últimos años. El imprescindible equilibrio macroeconómico, los incentivos o desalientos a la inversión y las políticas antiflacionarias, entre otros aspectos, han traído como consecuencia que las tasas de interés imperantes en el mercado sean propuestas por la autoridad. El Departamento del Tesoro de Estados Unidos o los bancos centrales de los diversos países adoptan medidas de política monetaria que les permite, de tiempo en tiempo, auscultar la economía doméstica y mundial, y así determinar una tasa de interés por la que se rigen las operaciones financieras avaladas por la autoridad monetaria de la nación. Obviamente, esta tasa es variable, por lo que puede ocurrir que en determinados momentos tenga cambios muy significativos.

recuerde y reflexione

Resulta lógico concluir que si la banca funciona al compás de las tasas determinadas por la autoridad central, estas pueden alentar o desalentar la inversión en los proyectos reales. En los hechos, las altas tasas de interés desalentarán la inversión real. Para ejemplificar lo anterior, si el banco central determina fijar la tasa de interés en 0% al año, como ocurrió en Japón durante mucho tiempo, es fácil concluir que el propósito de la autoridad es que el dinero se invierta en proyectos y no en depósitos a plazo. Por el contrario, si la tasa pagada por el sector bancario a los dineros que se depositen es alta, existirá un claro incentivo al depósito de los recursos en ellos.

El inversionista se verá claramente influido por las tasas que rijan en el mercado y, por lo tanto, la **tasa libre de riesgo** constituye uno de los factores que deberá considerarse para la estimación de la tasa de actualización de los flujos, pues dicha tasa se transforma en el piso de rentabilidad exigida. En la medida que el riesgo de la inversión aumenta, entonces el retorno exigido lo hará en la misma dirección.

conceptos claves

Beta: es el riesgo sistemático de la industria.

Prima de riesgo del mercado: se trata de la diferencia entre la rentabilidad de la economía de un país y la tasa libre de riesgo.

16.1.2 *Capital Asset Pricing Model* (CAPM)

Este modelo postula que el costo de capital de los recursos propios debiera ser igual a la rentabilidad de los valores de riesgo cero, o sea, la tasa libre de riesgo señalada en el punto anterior, más el riesgo sistemático del propio proyecto en cuestión, lo que se denomina el **beta** del sector al que pertenece la unidad de negocio que desea evaluarse, multiplicado por la **prima de riesgo del mercado**, entendiéndose por prima de riesgo del mercado la diferencia entre la rentabilidad

www.fullengineeringbook.blogspot.com

de la economía de un país y la tasa libre de riesgo. De esta manera, para efectuar los cálculos del **CAPM** se necesitará estimar tres factores:

- la tasa libre de riesgo
- la prima de riesgo de mercado
- el riesgo sistemático de la industria (beta)

Los tres factores tienen evidente dificultad para ser calculados. ¿Cuál es la tasa libre de riesgo que debe utilizarse? Aunque se acepte que la tasa determinada por la autoridad es un parámetro razonable, la dificultad estriba en que existen varias tasas libres de riesgo. En la práctica, el Tesoro de Estados Unidos tiene tasas diferentes para distintos periodos. También la tasa varía de país en país, así como las inflaciones, por lo que encontrar la tasa libre de riesgo adecuada para el proyecto constituye una dificultad. Sin embargo, esos guarismos son públicamente conocidos y, por lo tanto, puede disponerse de esa información aunque existan las dificultades señaladas.

La prima de riesgo de mercado, se define como la diferencia entre la tasa de rentabilidad esperada de una cartera de mercado y el tipo de interés sin riesgo. La dificultad de efectuar un cálculo matemático que permita obtener un resultado confiable hace que este procedimiento tenga detractores serios. Basta señalar lo ocurrido con la crisis *subprime* en Estados Unidos en 2008 para concluir la poca garantía que este procedimiento genera en muchos especialistas.

Algunos analistas afirmaron años atrás que no es razonable utilizar porcentajes de largo plazo para la actualización de los flujos de caja, puesto que en la economía no podría producirse ningún desplome en las bolsas. Sin embargo, en 1987 la Bolsa en Estados Unidos bajó en 25%, otro tanto ocurrió en 2008 y para qué hablar de la reciente crisis de la zona europea. Ciertamente, estos indicadores no resultan infalibles y disponen intrínsecamente de factores que debilitan este análisis, por lo que el enfoque de su cálculo debe efectuarse con una mirada de largo plazo que incorpore las variaciones que por este concepto ocurren.Para ello se recomienda utilizar series históricas de al menos 60 meses, incluso 120 si el nivel de volatilidad de los datos es mayor.

La estimación del riesgo sistemático o no diversificable para el cálculo del beta del sector industrial al que pertenece el proyecto tiene también dificultades que impiden llegar a un resultado fácil de alcanzar, debido a que esa información no siempre está disponible. Sin embargo, la situación varía de país a país, aunque existan fuentes confiables. Si bien es cierto que un proxy para su cálculo puede constituir el beta de las empresas del sector que cotizan en la Bolsa, estas presentan generalmente betas que incorporan riesgos operacionales y financieros, por lo que debe procederse a su desapalancamiento. Así es posible que no representen la realidad del proyecto que se estudie, por lo que este mecanismo no está exento de la posibilidad de errar, y de hacerlo seriamente.

16.1.3 El costo de oportunidad

No existen oportunidades iguales para todas las personas. Si un inversionista dispone de varias posibilidades de negocio, fácilmente podría desestimar alternativas de proyectos que para otro inversionista pudieran ser atractivas. El empresario ya instalado puede observar la realidad en la que está inserto y las oportunidades que ello le generan, y así su tasa de rentabilidad estará necesariamente relacionada con aquello.

recuerde y reflexione

Las oportunidades van acompañadas de la realidad misma en la que se desenvuelve el inversionista, el cual desarrolla su actividad de acuerdo con su entorno y con su red de contactos, que le permitirán adoptar requerimientos de rentabilidad muy distintos a los de otro inversionista.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

16.1.4 Aversión al riesgo

recuerde y reflexione

Todo proyecto involucra **riesgo**; precisamente la legitimidad de la rentabilidad y el lucro se sustentan en él. Quien no quiera asumir riesgo con su dinero deberá acudir al banco para depositarlo en una cuenta de ahorro libre de riesgo y no invertir en algún proyecto que lo conlleve.

En la condición humana existen personas que están dispuestas a asumir más riesgo que otras. Los emprendimientos serán para algunos una necesidad imperiosa y para otros, el rechazo más absoluto. Muchos son los factores psicológicos que influyen en la voluntad de los inversionistas para asumir con mayor o menor decisión los riesgos que deparan las inversiones. Está comprobado que las personas, a medida que avanza su edad, se convierten en individuos más pausados y menos interesados en iniciar emprendimientos riesgosos, por lo que evitan invertir sus recursos en ellos. De esta forma, la tasa de rentabilidad puede verse influida por las características personales de los potenciales inversionistas, los cuales podrían rechazar proyectos que otros estarían dispuestos a aceptar.

16.1.5 Riesgo país

Muchos son los factores que influyen en la decisión de los inversionistas al verse enfrentados a una economía mundial que se globaliza y cuyos capitales se movilizan de un país a otro, generando una cadena de inversiones en perpetuo movimiento. Las iniciativas empresariales se multiplican y es común observar iniciativas empresariales conjuntas (*joint-venture*) y fusiones de empresas en los ámbitos nacional y trasnacional, adquisiciones parciales o totales de unidades de negocios, reestructuraciones operativas y, en fin, una gran diversidad de decisiones que requieren de análisis técnico financiero, para el cual necesariamente debe utilizarse la metodología de los flujos de caja futuros a los cuales debe aplicárseles una tasa de descuento.

Frente a ello, el análisis debe incorporar los riesgos y retos que complican las decisiones; así, el grado de incertidumbre macroeconómico, la escasa liquidez de algunos mercados, el riesgo político, los cambios en las políticas económicas, los controles de los flujos de capital que entran y salen de un país, las decisiones caudillistas, populistas y oportunistas de algunos líderes políticos, el desprecio por los contratos y por la palabra comprometida, la ebullición social, los cambios en las reglas del juego, el comportamiento social, las presiones de grupos de poder minoritarios pero influyentes, el cada vez más exigente respeto al medio ambiente y tantos otros aspectos hacen prácticamente impredecible las conductas y comportamientos futuros, y obviamente repercuten en el riesgo de cada país en particular.

Nadie tiene la receta que resuelva estos problemas para poder definir una tasa de rentabilidad capaz de integrar todos los problemas futuros que necesariamente se presentarán. Académicos, empresarios, la banca internacional y los bancos de inversiones no disponen de una fórmula consensuada que permita enfrentar con precisión estos desafíos. Los métodos de análisis, cuando existen, varían considerablemente según las personas que deben adoptar las decisiones y su particular percepción de la realidad; así, suelen adoptarse ajustes a la tasa de rentabilidad en forma arbitraria, basándose en una escasa evidencia empírica y fundamentalmente actuando en forma intuitiva.

recuerde y reflexione

Aunque existen empresas especializadas que intentan construir indicadores numéricos para determinar puntajes **riesgo país**, estos suelen constituir una expresión matemática para un momento muy específico cuyos efectos no permiten llegar a conclusiones precisas como consecuencia de que el entorno en el que deberá operarse un proyecto es por definición cambiante. Por ello, a pesar de las deficiencias que pudieran tener las aproximaciones matemáticas, es importante observar el comportamiento en el largo plazo y no en un momento determinado.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Por otra parte, debe considerarse que la mayoría de los riesgos señalados anteriormente pueden ser diversificables desde el punto de vista del inversionista, por lo que podría argumentarse que muchos de ellos podrían sensibilizarse, incluyéndolos en el flujo de caja y no en la tasa de actualización.

Hasta hace un tiempo se creía firmemente que la determinación de una tasa de rentabilidad constituía un desafío mayor para los países emergentes que para las economías consolidadas. Sin embargo, la experiencia de las crisis económicas que han ocurrido en las economías del padrón euro y en Estados Unidos con la crisis *subprime* ha demostrado que la búsqueda de una tasa de costo de capital menor para los países desarrollados y mayor para los emergentes no resulta válida.

Al observar los cinco aspectos que influyen en la determinación de la tasa de rentabilidad exigida, puede señalarse, que no existe una metodología única que garantice en su aplicación resultados con un alto grado de confiabilidad. Quizá la mejor forma de llegar a una aproximación razonable sea mediante la consideración de todos los aspectos indicados anteriormente, y así dejar en definitiva que sea el propio inversionista quien, teniendo conocimiento de todos ellos, adopte la tasa que represente de mejor forma sus intereses.

Obviamente, si los recursos pertenecen al inversionista es él quien personal o corporativamente debe juzgar los alcances de los cinco aspectos señalados y adoptar, con conocimiento de causa, la tasa de rentabilidad con la cual estaría dispuesto a efectuar la inversión.

16.2. Escenarios en la evaluación de un proyecto

Para definir cuál es el método más adecuado se analizarán cuatro distintos escenarios que muestra la figura 16.2, pues la génesis del proyecto en estudio genera efectos diferentes en la estimación del costo de capital.

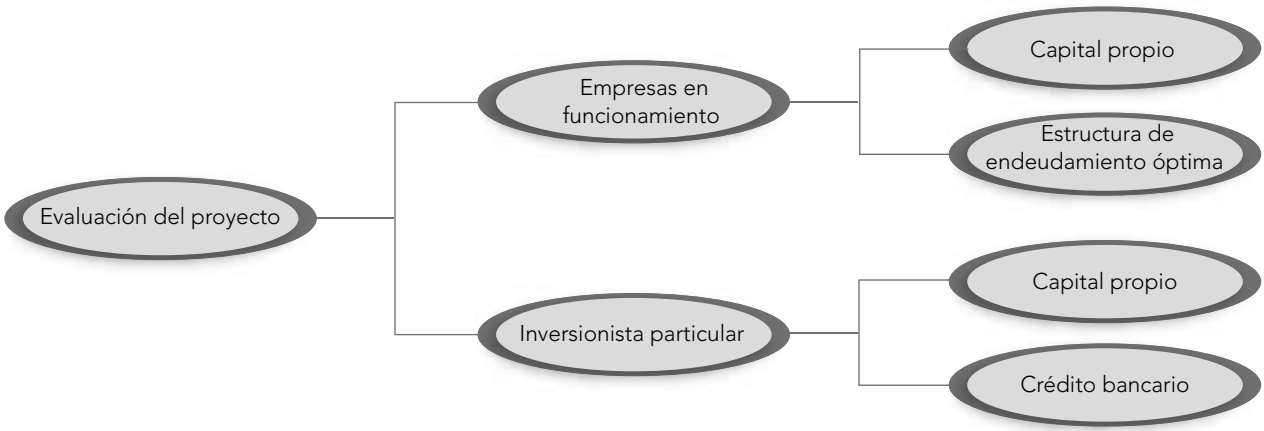


Figura 16.2 Escenarios en la evaluación de un proyecto.

Escenario A: empresa en funcionamiento con capital propio

Si el proyecto se está llevando a cabo en una empresa que no tiene deuda y que pretende financiarlo totalmente con recursos propios, el costo de capital debería estimarse en función del retorno de los activos, en cuyo caso podría utilizarse CAPM, empleando para ello un beta sin deuda o **beta activo**. Sin embargo, cuando se dispone de un grado de endeudamiento transitorio, que no representa su estructura de endeudamiento óptima de largo plazo, y pretende financiarse el proyecto con recursos propios, o bien, solicitar un crédito específico para su financiamiento en un plazo conocido, podría pensarse que la tasa de descuento relevante para el descuento de los flujos debería estimarse en función del **costo de capital promedio ponderado**. No obstante, este crédito bancario será cancelado en un plazo conocido, razón por la cual cada vez que se amortice capital o que se haga devolución de parte del crédito, la **relación deuda/activos** dismi-

www.fullengineeringbook.blogspot.com

nuirá y la **relación patrimonio/activos** necesariamente aumentará, por lo que la tasa ponderada variará periodo a periodo. Por ello, cuando existe una deuda específica que se extingue en el tiempo, algunos analistas consideran que la tasa representativa en el largo plazo necesariamente será la tasa exigida a los activos, pues la deuda en el largo plazo desaparecerá. Cabe recordar que la ecuación contable básica señala que los activos de una empresa deben ser equivalentes a la suma de la deuda más el patrimonio, tal como se expresa en la ecuación 16.1 donde A representa el valor de los activos, D el valor de la deuda y P el valor del patrimonio.

16.1 $$A = D + P$$

Por lo tanto, aun cuando la empresa solicite un crédito específico para el financiamiento del proyecto, los analistas coinciden en que su tasa de descuento relevante debería ser la tasa exigida a los activos y no aquella basada en el costo promedio ponderado, ya que, al ser un crédito específico, cada vez que la empresa amortizara capital en el pago de las distintas cuotas, la relación deuda/activos disminuiría, hasta llegar a un momento en el cual la deuda se haría cero y los activos se igualarían con el patrimonio. Si se aplica la ecuación del costo de capital promedio ponderado, también conocida como WACC (por sus siglas en inglés), se puede observar cómo sus ponderadores van cambiando a medida que se va amortizando capital. Cuando la deuda desaparece, la relación deuda/activos es cero y la relación patrimonio/activos es uno, con lo cual la rentabilidad exigida a los activos representada por K_0 se iguala con la rentabilidad exigida al patrimonio representada por K_e, tal como se muestra en la siguiente ecuación:

16.2 $$k_0 = r_{wacc} = K_d\,(1 - Tc) * \frac{D}{A} + K_e * \frac{P}{A}$$

Como se observa, cuando la deuda es cero, el primer componente del lado derecho de la ecuación se hace cero y, por lo tanto, el rendimiento exigido a los activos se iguala al rendimiento exigido al patrimonio, ya que, al no haber deuda, los activos se igualan con el patrimonio. Si bien es cierto que cuando se adquiere deuda el ponderador deuda/activos es distinto de cero, también sucede que cada vez que se paga deuda, el patrimonio aumenta por este hecho, por lo que, en estricto rigor, cada vez que se amortiza capital, la tasa de descuento ponderada cambia.

La siguiente situación demuestra lo anteriormente expuesto: suponga que una empresa exige un retorno de 14% a los activos asignados a esa inversión y pretende llevar a cabo un proyecto cuya inversión total alcanza $12 000. Sin embargo, solo dispone de $7 000 de capital propio, por lo que deberá solicitar un crédito por $5 000; si este se solicitara a un plazo de ocho años, a una tasa de interés real de 12% anual, implicaría la cancelación de una cuota anual de $1 007. Si bien la cuota es constante periodo a periodo, los gastos financieros y la amortización de capital difieren, siendo al principio más altos los intereses del crédito que la amortización de capital, debido a que la deuda va disminuyendo progresivamente cada vez que se va amortizando el capital. La figura 16.3 ilustra la evolución de la deuda durante los ocho años.

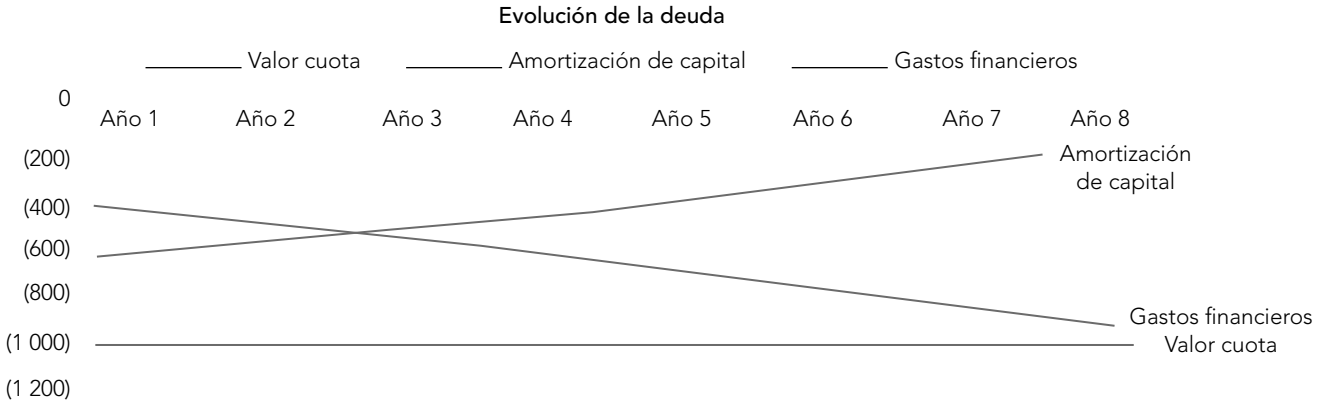


Figura 16.3 Evolución de la deuda durante ocho años.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Tomando como referencia este comportamiento, puede señalarse que la relación deuda/activos y patrimonio/activos es dinámica en el tiempo, por lo que los ponderadores de la ecuación del costo de capital promedio ponderado, **CCPP**, cambian cada vez que se amortiza capital, tal como se muestra en el cuadro 16.2.

Inversión:	$ 12 000	Años:	8
Patrimonio:	$ 7 000	Costo de la deuda:	12.0%
Crédito:	$ 5 000	Retorno activos:	14.0%

Cuadro 16.2

Periodo	Cuota	Gasto financiero	Amortización de capital	Activos	Deuda	Patrimonio	Relación deuda/activos	Relación patrimonio/activos	Tasa ponderada
Año 0									
Año 1	1 007	(600)	(407)	12 000	4 593	7 000	38.28%	61.72%	13.2%
Año 2	1 007	(551)	(455)	12 000	4 138	7 407	34.48%	65.52%	13.3%
Año 3	1 007	(497)	(510)	12 000	3 628	7 862	30.24%	69.76%	13.4%
Año 4	1 007	(435)	(571)	12 000	3 057	8 372	25.48%	74.52%	13.5%
Año 5	1 007	(367)	(640)	12 000	2 417	8 943	20.15%	79.85%	13.6%
Año 6	1 007	(290)	(716)	12 000	1 701	9 583	14.18%	85.82%	13.7%
Año 7	1 007	(204)	(802)	12 000	899	10 299	7.49%	92.51%	13.9%
Año 8	1 007	(108)	(899)	12 000	0	11 101	0.00%	100.00%	14.0%
Año 9	0	0	0	12 000	0	12 000	0.00%	100.00%	14.0%
Año 10	0	0	0	12 000	0	12 000	0.00%	100.00%	14.0%

En la última columna de la tabla se observa que del primer al octavo año del proyecto la tasa ponderada va cambiando, debido a que cada vez que se paga una cuota, disminuye la deuda y aumenta el patrimonio; así, cada periodo la tasa ponderada se acerca más a la tasa exigida a los activos. De esta manera, una vez que se termina de pagar la deuda, y que los activos se igualan con el patrimonio, el CCPP se iguala con el retorno exigido al patrimonio. Por esta razón, algunos analistas descuentan flujos financiados a la tasa de los activos, ya que sostienen que en el largo plazo, una vez que se elimine el endeudamiento, la tasa de descuento relevante para la empresa siempre será el retorno exigido a los activos.

recuerde y reflexione

Justamente por las distorsiones que este método puede generar, diversos analistas utilizan en estos casos el concepto de VAN ajustado. Este método consiste en proyectar los flujos del proyecto puro y descontarlos a la tasa de los activos, y por otra parte, proyectar independientemente el flujo de la deuda, descontando dichos flujos a la tasa de la deuda, es decir, obteniendo el VAN de la deuda.

Una vez estimados ambos VAN, proyecto y deuda, se procede a sumarlos linealmente para obtener el VAN ajustado. La ventaja de este análisis es que se aísla el efecto operacional del financiero, al tratarse de manera independiente, y posteriormente se procede a fusionar los efectos finales. La ventaja de separar el VAN del proyecto del VAN de la deuda, radica en la posibilidad de analizar el proyecto de manera independiente a la deuda identificando cómo esta afecta al valor del proyecto, pudiendo agregar o disminuir valor dependiendo de la estructura de deuda que se adopte.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Escenario B: empresa en funcionamiento con estructura de endeudamiento óptima

Cuando el proyecto que se evalúa es el de una empresa en funcionamiento que mantiene una **estructura de endeudamiento óptima** de largo plazo, la situación es distinta, ya que, a diferencia de la situación anterior, la relación deuda/activos y patrimonio/activos es estable a través del tiempo, pues la empresa mantiene permanentemente un cierto nivel de deuda en el largo plazo para maximizar su valor. Cuando ello ocurre, la tasa corporativa estimada por CCPP puede ser representativa.

La teoría financiera indica que el valor de la empresa con deuda es mayor que el valor de la empresa sin deuda, básicamente por el valor presente del beneficio tributario que genera la posibilidad de imputar a gastos los intereses del crédito. Sin embargo, en la práctica ello tiene un límite, ya que si no fuese así, en el extremo sería siempre más beneficioso financiarse 100% con deuda. Sin embargo, cuando el nivel de endeudamiento empieza a aumentar por sobre el nivel óptimo, la empresa comienza a perder valor producto de los costos de quiebra derivados del exceso de apalancamiento. Por ello se dice que existe un nivel de endeudamiento óptimo o libre de riesgo, es decir, totalmente controlable, que implica que la probabilidad de *default* o quiebra sea muy cercano a cero. Cuando la probabilidad de no pago tiende a cero, el costo del crédito es clasificado como de bajo riesgo; por lo tanto, no solo es barato endeudarse, sino que además le permite a la empresa operar en condiciones normales aprovechando las ventajas de crecimiento. Si este es el caso, el endeudamiento no solo genera valor a la empresa producto del valor presente del ahorro tributario, sino que también se traspasa parte del riesgo a la institución que financia.

Sin embargo, cuando la empresa tiene un nivel de endeudamiento por sobre un óptimo teórico, el valor de esta disminuye, debido a que los costos del endeudamiento crecen cuando la probabilidad de caer en *default* aumenta. Esto se evidencia en deudas más caras, en clientes que cambian sus preferencias de marca por faltas de garantías, en fuga de talento de la empresa por temor a perder su fuente de trabajo, en el aprovechamiento de las empresas competidoras que perciben la posibilidad de comprar al competidor en quiebra a bajo precio, en proveedores que dejan de abastecer a la empresa y en las restricciones al acceso a créditos para la ejecución de nuevos negocios, por nombrar los aspectos más relevantes. Junto con ello, se generan documentos de corto plazo producto de la menor credibilidad de la compañía en el mercado, los cuales no solo son más caros, sino que además restringen los plazos de pago y la operación normal de la empresa.

Cuando la compañía alcanza el nivel óptimo, tiende a mantenerlo en el largo plazo, utilizando tasas corporativas basadas en CCPP para el descuento de los flujos de sus proyectos. Sin embargo, también hay que tener en consideración el nivel de riesgo del proyecto que está evaluando la empresa. Cuando se evalúa la adquisición de una empresa competidora, el lanzamiento de un producto similar a la familia de productos que actualmente posee, un cambio tecnológico o una decisión de ampliación, la tasa de descuento corporativa representa una buena aproximación para el descuento de los flujos proyectados, ya que el nivel de riesgo es similar. Sin embargo, cuando la empresa está evaluando proyectos que no tienen relación directa con la industria en la que está inserta, cuyos niveles de riesgo son diferentes, la aplicación de tasas corporativas para el descuento de los flujos puede terminar generando distorsiones importantes, ya que podría terminar aprobándose un proyecto con alto nivel de riesgo y rechazándose otro con bajo nivel de riesgo, pues la tasa de descuento relevante podría ser mucho mayor o menor, dependiendo del nivel de riesgo.

Escenario C: inversionista particular con capital propio

Este es el escenario menos complejo de evaluar en términos de estimación de tasas. Debe estimarse la tasa del proyecto puro o la tasa exigida a los activos, ya que cuando no existe deuda, el retorno exigido a los activos es el mismo que el retorno exigido al patrimonio. En este caso, la mayoría de los analistas estiman las tasas de descuento relevantes mediante el uso del CAPM

www.fullengineeringbook.blogspot.com

puro, es decir, considerando el **beta desapalancado** o el beta de los activos de la industria en cuestión.

Escenario D: inversionista particular con crédito bancario

Cuando este es el escenario, más allá de cuestionarse cuál debería ser la tasa ponderada relevante (que por lo demás en el largo plazo tiende a igualarse con la tasa exigida a los activos cuando se trata de un crédito específico, tal como se analizó en el escenario A), resulta recomendable construir independientemente los flujos de caja de la operación y del financiamiento, con el fin de aislar los efectos operacionales de los financieros, y luego descontar los flujos respectivos a las tasas correspondientes, para después proceder a fusionar ambos VAN y estimar el VAN ajustado del proyecto. Suponga, por ejemplo, que al evaluar un proyecto puro, es decir, sin crédito, presenta el resultado que se muestra en el cuadro 16.3.

Cuadro 16.3

Flujo del proyecto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas		80 000	85 000	90 000	100 000	100 000
Costo de venta		(24 000)	(25 500)	(27 000)	(30 000)	(30 000)
Gastos de administración		(20 000)	(20 000)	(20 000)	(20 000)	(20 000)
Depreciación		(24 000)	(24 000)	(24 000)	(24 000)	(24 000)
Utilidad antes de impuestos		12 000	15 500	19 000	26 000	26 000
Impuestos		(1 800)	(2 325)	(2 850)	(3 900)	(3 900)
Utilidad después de impuestos		10 200	13 175	16 150	22 100	22 100
Depreciación		24 000	24 000	24 000	24 000	24 000
Inversión	(120 000)					
Flujo neto	**(120 000)**	**34 200**	**37 175**	**40 150**	**46 100**	**46 100**
VAN del proyecto puro (13%)	**20 500**					

Si el inversionista financia con recursos propios 60% de la inversión y se endeuda por el 40% restante a cinco años plazo con una tasa de interes de 10% anual, el flujo de la deuda es el que se muestra en el cuadro 16.4.

Cuadro 16.4

Flujo de la deuda		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Gastos financieros		(4 800)	(4 014)	(3 149)	(2 198)	(1 151)
Ahorro tributario		720	602	472	330	173
Resultado después de imp.		(4 080)	(3 412)	(2 677)	(1 868)	(978)
Amortización de capital		(7 862)	(8 649)	(9 513)	(10 465)	(11 511)
Préstamo	48 000					
Flujo neto	**48 000**	**(11 942)**	**(12 060)**	**(12 190)**	**(12 333)**	**(12 490)**
VAN de la deuda (10%)	**1 839**					
VAN ajustado (proyecto + deuda)	**22 340**					

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Como puede observarse, el flujo del proyecto puro se descuenta a la tasa exigida a los activos; en cambio, el flujo financiero se descuenta a la tasa del costo de la deuda, aislando así ambos efectos. Al sumar ambos VAN se obtiene lo que se conoce como VAN ajustado, que en este caso alcanza la suma de $22 359.

Al analizar el flujo anterior, resulta natural pensar que cuanto mayor es el nivel de crédito, mayor debe ser el VAN de la deuda; sin embargo, como se indicó anteriormente, existe un óptimo de deuda que permite que el valor del proyecto aumente solo hasta cierto nivel.

16.3. El costo de la deuda

La medición del **costo de la deuda**, ya sea que la empresa utilice bonos o préstamo, se basa en que estos deben reembolsarse en una fecha futura específica, en un monto mayor que el obtenido originalmente. La diferencia constituye el costo que debe pagarse por la deuda. Por ejemplo, si es posible conseguir un préstamo a 11% de interés anual, el costo de la deuda se define como de 11%.

Tal como se indicó en el capítulo 14, el costo de la deuda se simboliza *kd* y representa el costo antes de impuesto. Dado que los intereses del préstamo se deducen de las utilidades y permiten una menor tributación, es posible incluir directamente en la tasa el efecto sobre los tributos que obviamente conllevará a que la tasa de la deuda sea menor ya que los intereses son deducibles para el cálculo de impuesto. Esto es lo que se conoce como **costo efectivo de la deuda,** que se representa en la siguiente ecuación:

16.3

$$CED = k_d\,(1 - tc)$$

donde (*tc*) representa la tasa de impuestos corporativos.

Los beneficios tributarios solo se lograrán si el proyecto tiene utilidades contables, ya que no se logrará el beneficio tributario de los gastos financieros si el proyecto presenta pérdidas contables.

El efecto tributario de la deuda puede incorporarse en la tasa o en los flujos, pero no en ambos, ya que en ese caso el beneficio tributario estaría contabilizado dos veces.

El costo de capital puede calcularse por los costos ponderados de las distintas fuentes de financiamiento o por el retorno exigido a los activos, dado su nivel de riesgo.

Una vez definido el costo de capital para una empresa, también conocido como tasa corporativa, se evaluarán todos los proyectos con las mismas características de riesgo que ella usando este parámetro, salvo que cambien las condiciones de riesgo implícitas en su cálculo. De ser así, se elimina el problema de tener que determinar una tasa para cada proyecto de inversión que se estudie. Lo anterior asume la existencia de una estructura de endeudamiento óptima de largo plazo.

Muchas empresas estiman la tasa de descuento para descontar los flujos de caja de nuevos proyectos de inversión mediante el retorno exigido por los inversionistas en sus títulos accionarios. Esta metodología puede llevar a tomar decisiones equivocadas si sus nuevos proyectos no tienen el mismo riesgo de la empresa. Por lo tanto, la tasa de descuento correcta depende del riesgo del proyecto y no del riesgo de la empresa.

16.4. Modelo de valorización de activos de capital CAPM para determinar el retorno de los activos

concepto clave

Teoría de *portfolio*: intenta explicar el riesgo de una determinada inversión mediante la existencia de una relación positiva entre riesgo y retorno.

Este modelo nace a partir de la **teoría de *portfolio*** (conjunto de inversiones), que intenta explicar el riesgo de una determinada inversión mediante la existencia de una relación positiva entre riesgo y retorno. Cuando un inversionista se enfrenta a la decisión de llevar a cabo una determinada inversión, no solo evalúa y cuantifica el riesgo asociado con la propia inversión, sino que además

www.fullengineeringbook.blogspot.com

evalúa y cuantifica cómo afecta esta al conjunto de inversiones que él mantiene, mediante la correlación de la rentabilidad de la inversión particular con la rentabilidad esperada del mercado. Comúnmente, esta rentabilidad puede observarse conforme el comportamiento del índice general de precios de todos los títulos accionarios de la economía, pues considera el rendimiento de todos los sectores económicos: energético, minero, metalúrgico, pesquero, forestal, etcétera.

recuerde y reflexione

El riesgo total del conjunto de inversiones puede clasificarse como **riesgo sistemático** o no diversificable, circunscrito a las fluctuaciones de otras inversiones que afectan la economía y el mercado, y **riesgo no sistemático** o diversificable, que corresponde al riesgo específico de la empresa, porque no depende de los movimientos del mercado, como posibles huelgas, nuevos competidores, etcétera. El riesgo no sistemático puede disminuirse diversificando la inversión en varias empresas.

conceptos claves

Riesgo sistemático (o no diversificable): se trata de las fluctuaciones de otras inversiones que afectan la economía y el mercado.

Riesgo no sistemático (o diversificable): corresponde al riesgo específico de la empresa.

El enfoque del CAPM tiene como fundamento central que la única fuente de riesgo que afecta la rentabilidad de las inversiones es el riesgo de mercado, el cual es medido mediante un componente denominado beta (β), que correlaciona el riesgo de una industria, o bien, el de una empresa particular con el riesgo de mercado.

La correlación que existe entre el riesgo del proyecto respecto del riesgo del mercado se conoce como beta. El β mide la sensibilidad de un cambio de la rentabilidad de una inversión individual con respecto al cambio de la rentabilidad del mercado en general. Por ello, el riesgo de mercado siempre será igual a uno. Los bancos, por ejemplo, al participar en la mayoría de los sectores de la economía, tienen un beta cercana a uno. Si un proyecto o una inversión muestra un beta superior a uno, significa que ese proyecto es más riesgoso respecto del riesgo de mercado (como las inversiones en líneas aéreas). Una inversión con un beta menor que uno significa que dicha inversión es menos riesgosa que el riesgo del mercado (como las inversiones en empresas distribuidoras de energía). Una inversión con β igual a cero significa que es una inversión libre de riesgo, como los bonos de tesorería.

De este modo, para determinar por este método el costo de capital propio o patrimonial, debe utilizarse la siguiente ecuación:

16.4
$$k_e = Rf + [E\,(Rm) - Rf\,]\,\beta i$$

donde $E(Rm)$ es el retorno esperado del mercado.

El problema del preparador y evaluador de proyectos surge cuando debe estimar los distintos componentes que incluye la ecuación. A continuación se analiza particularmente la metodología y las fuentes de información que deben utilizarse para cada caso.

El cálculo del *E*(*Rm*)

El parámetro más *proxy* para la estimación de la rentabilidad esperada del mercado de un país específico está determinado por el rendimiento accionario de la bolsa de valores local. Por ejemplo, para Argentina está el Merval; para Chile, el IPSA y el IGPA; para Brasil, el Bovespa; para Estados Unidos, el Dow Jones, etcétera. Por ello resulta necesario conocer el valor de los índices bursátiles que componen el portafolio de acciones. Así, mientras más acciones distintas tenga el índice bursátil, mayor representatividad tendrá como *proxy* a la rentabilidad del mercado. El cuadro 16.5 muestra el rendimiento nominal bursátil del IGPA (Índice General de Precio de las Acciones) del mercado chileno.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Cuadro 16.5

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2002												4.25%
2003	0.75%	1.29%	0.22%	12.31%	4.19%	0.85%	5.74%	6.63%	3.92%	6.59%	−2.78%	1.27%
2004	−3.51%	7.77%	−2.03%	−1.80%	−1.80%	4.32%	4.84%	4.51%	3.94%	2.84%	2.19%	−0.40%
2005	−1.09%	3.54%	2.56%	−1.59%	−0.69%	3.50%	4.77%	−2.18%	3.24%	−2.85%	−3.64%	−2.38%
2006	3.34%	2.54%	1.80%	0.75%	−0.83%	−0.28%	0.34%	3.72%	3.69%	3.66%	5.74%	5.71%
2007	4.96%	−1.10%	3.64%	6.98%	0.48%	5.65%	−1.12%	−1.27%	−1.07%	5.09%	−5.37%	−3.07%
2008	−8.04%	1.96%	1.71%	4.18%	1.80%	2.90%	−2.10%	−3.94%	−5.87%	−9.11%	−2.54%	−1.42%
2009	6.98%	−1.94%	−0.15%	7.67%	14.97%	0.57%	3.53%	−1.41%	5.34%	−1.42%	−1.79%	8.18%
2010	5.79%	1.11%	−0.82%	2.25%	0.51%	3.96%	7.69%	4.65%	5.26%	2.32%	0.23%	1.34%
2011	−3.18%	−4.58%	3.03%	4.17%	0.63%	−1.25%	−6.52%	−3.32%	−8.14%	10.18%	−3.08%	0.28%
2012	1.61%	5.34%	3.07%	−1.27%	−5.12%	1.33%	−3.00%	−1.33%	1.86%	−11.38%	−3.15%	

Retorno promedio mensual 1.19%
Retorno promedio anual 14.23%

Para calcular la rentabilidad del mercado es necesario estimar un parámetro representativo de largo plazo, ya que la evaluación del proyecto debe realizarse considerando un horizonte también de largo plazo.

En este caso se utilizó un periodo de 10 años; sin embargo, algunos analistas consideran el promedio de los últimos 60 meses, es decir, cinco años. No obstante, la elección del número de periodos dependerá de la representatividad de la información disponible y del comportamiento de la variable. Si esta presenta un comportamiento errático, es posible que se requiera considerar un periodo mayor para obtener un valor representativo. Algunos agentes utilizan la información histórica para desarrollar un modelo de proyección del valor del parámetro. Sin embargo, más allá de analizar la conveniencia de un promedio o de un valor proyectado con base en un modelo predictivo, lo relevante es determinar un valor del parámetro que sea representativo del comportamiento de largo plazo.

Del cuadro 16.5 se desprende que el promedio mensual desde diciembre de 2002 hasta noviembre de 2012 alcanza 1.19%, lo que expresado en términos anuales significa una rentabilidad nominal de 14.23%.

Sin embargo, este rendimiento debe ajustarse por el cambio en el nivel de precios de la economía para así obtener la rentabilidad real, ya que, como se ha visto, una evaluación debe considerar parámetros reales. Para ello deberá estimarse un índice de precios anual representativo, para lo cual se considerará el rendimiento del índice de precios al consumidor del mismo periodo analizado para la estimación del retorno esperado de mercado, el cual se aprecia en el cuadro 16.6.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Cuadro 16.6

Índice de precios al consumidor (IPC)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2002												−0.44%
2003	0.10%	0.81%	1.17%	−0.10%	−0.38%	0.00%	−0.09%	0.17%	0.19%	−0.16%	−0.30%	−0.32%
2004	−0.18%	0.01%	0.42%	0.37%	0.52%	0.43%	0.23%	0.38%	0.05%	0.29%	0.26%	−0.38%
2005	−0.32%	−0.09%	0.64%	0.90%	0.27%	0.41%	0.61%	0.29%	0.99%	0.49%	−0.24%	−0.34%
2006	0.08%	−0.09%	0.59%	0.64%	0.24%	0.59%	0.54%	0.27%	0.02%	−0.26%	−0.17%	0.10%
2007	0.31%	−0.17%	0.43%	0.58%	0.62%	0.93%	1.13%	1.08%	1.13%	0.31%	0.76%	0.46%
2008	−0.04%	0.40%	0.83%	0.38%	1.15%	1.49%	1.13%	0.93%	1.07%	0.88%	−0.13%	−1.20%
2009	1.37%	−1.30%	0.04%	−0.15%	−0.22%	0.34%	−0.43%	−0.46%	1.14%	−0.01%	−0.40%	−0.38%
2010	0.52%	0.28%	0.08%	0.47%	0.36%	0.00%	0.64%	−0.10%	0.40%	0.10%	0.07%	0.12%
2011	0.28%	0.21%	0.77%	0.32%	0.40%	0.17%	0.12%	0.16%	0.50%	0.48%	0.32%	0.61%
2012	0.08%	0.39%	0.16%	0.06%	0.03%	−0.30%	−0.01%	0.21%	0.77%	0.56%	−0.50%	

IPC promedio mensual: 0.27%

IPC promedio anual: 3.20%

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas.

Al calcular el promedio simple de la muestra anterior, puede señalarse que el IPC promedio mensual alcanza 0.27%, es decir, 3.20% anual. De esta manera, el retorno esperado real anual sería de 11.03%, que corresponde a la diferencia entre el retorno nominal y la inflación, es decir, 14.23% −3.20%.

Cálculo del *Rf*

La tasa libre de riesgo corresponde a la rentabilidad que podría obtenerse a partir de un instrumento libre de riesgo, generalmente determinada por el rendimiento de algún documento emitido por un organismo fiscal. La tasa libre de riesgo por excelencia corresponde al rendimiento que ofrecen los bonos del Tesoro de Estados Unidos; sin embargo, cada país tiene su propia institución (para el caso chileno se utilizan las tasas de los instrumentos del Banco Central). Uno de los instrumentos más representativos para el cálculo de la tasa de libre riesgo en Chile tiene relación con la tasa de interés anualizada sobre la variación de la UF[3] de las licitaciones del Banco Central de Chile a 10 años de plazo. El cuadro 16.7 muestra el rendimiento que ha mostrado este instrumento desde septiembre de 2002 hasta julio de 2006.

[3] La UF o Unidad de Fomento es una unidad de medida en Chile que permite medir el cambio nominal en los precios, por lo que cualquier rendimiento por sobre la UF es considerado un rendimiento real, es decir, por sobre los precios nominales. La UF se reajusta exactamente por la variación del IPC (Índice de Precios al Consumidor).

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Cuadro 16.7

Tasa de interés anualizada sobre la variación de la UF de las licitaciones del Banco Central de Chile a 10 años												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2003											4.05%	4.27%
2004	3.92%	3.79%	3.50%	3.82%	3.72%	3.79%	3.64%	3.15%	3.27%	3.25%	3.17%	3.23%
2005	3.10%	2.89%	2.78%	2.61%	2.38%	2.30%	2.38%	2.21%	2.18%			
2006	2.93%	2.96%	3.01%	2.94%	3.15%	3.33%	3.21%	3.05%	3.03%	2.94%	2.72%	2.54%
2007	2.58%	2.81%	2.57%	2.59%	2.96%	3.21%	3.12%	3.14%	2.96%	3.01%	2.93%	
2008	2.92%	2.84%	2.66%	2.67%	3.15%	3.38%	3.38%	3.33%	3.36%	3.22%	3.19%	3.29%
2009	2.71%	2.19%		2.56%	3.30%	–	–	–	–	–	–	–
2010	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2011	–	3.17%	2.88%	–	2.85%	2.87%	2.88%	2.56%	2.26%	2.28%	2.77%	2.64%
2012	–	–	2.58%	2.53%	2.45%	2.47%	2.46%	2.40%	2.30%	2.32%		

Tasa libre de riesgo promedio anual: 2.95%
Fuente: www.bcentral.cl

Si bien no se dispone de 120 datos como en el cuadro 16.6, igualmente los disponibles permiten formar un *proxy* representativo de la tasa libre de riesgo, la que en este caso alcanza 2.95% real anual. De esta manera, puede calcularse el premio por riesgo chileno, correspondiente a la diferencia entre el **retorno real de mercado, *E*(*Rm*),** y la **tasa libre de riesgo, *Rf***, valor que alcanza los siguientes valores:

$$\begin{aligned}\text{Premio por riesgo} &= E(Rm) - Rf \\ &= 11.03\% - 2.95\% \\ &= 8.08\%\end{aligned}$$

El cálculo del beta

La teoría financiera señala que la fórmula para determinar el beta de una determinada inversión es:[4]

16.5

$$\beta i = \frac{Cov(Ri,\ Rm)}{Var(Rm)}$$

donde *Ri* representa la rentabilidad del sector *i* y *Rm* la rentabilidad del mercado.

Por ejemplo, para determinar el beta de la industria pesquera —si se conocen los retornos del sector y del mercado, que se muestran en el cuadro 16.8— para los últimos cinco años, puede desarrollarse el cuadro 16.9 con el fin de encontrar la covarianza del sector pesquero en el que se desea invertir con el mercado en general y la varianza del mercado.

[4] La varianza y la covarianza de dos series de datos se calculan en una planilla electrónica, como Excel, por ejemplo; la covarianza se calcula directamente usando la opción *Función* del menú *Insertar*; se selecciona *Estadísticas* en la *Categoría de Función* y se elige *COVAR* en el nombre de la función. Posteriormente, se selecciona el rango de valores en las casillas correspondientes. Este procedimiento es similar para la función *VAR*.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Cuadro 16.8

Año *(t)*	*Ri(t)*	*Rm(t)*
2008	−0.01	0.09
2009	0.04	0.08
2010	0.07	0.11
2011	0.09	0.18
2012	0.12	0.15
Suma	0.31	0.61
Promedio	0.062	0.122

Cuadro 16.9

Año *(t)*	*Rit*	*Rmt*	*(Rit − Ri)*	*(Rmt − Rm)*	*(Rit − Ri)(Rmt − Rm)*
2008	−0.01	0.09	−0.07200	−0.03200	0.00230
2009	0.04	0.08	−0.02200	−0.04200	0.00092
2010	0.07	0.11	0.00800	−0.01200	−0.00010
2011	0.09	0.18	0.02800	0.05800	0.00162
2012	0.12	0.15	0.05800	0.02800	0.00162
Suma	0.31	0.61			0.00638
Promedio o rentabilidad esperada	*Ri* = 0.062	*Rm* = 0.122		*Cov(Ri,Rm)* = 0.0012760	

Rit representa la rentabilidad o retorno del sector *i* en el periodo *t*. *Rmt* representa la rentabilidad del mercado en el periodo *t*. Con ello pueden obtenerse las sumas y promedios correspondientes para determinar la desviación de la rentabilidad del sector industrial y el mercado respecto de su rentabilidad promedio o esperada (*Rit* − *Ri*) y (*Rmt* − *Rm*), respectivamente. Luego se suma el resultado de la multiplicación de estas desviaciones (*Rit* − *Ri*)(*Rmt* − *Rm*); al dividir este valor (0.00638) entre el número de datos, que en este ejemplo son cinco, se obtiene una covarianza de 0.001276.

Para calcular el beta debe determinarse adicionalmente la varianza del mercado. Para ello se debe utilizar la fórmula de la varianza, que es la siguiente:

$$Var(Rm) = \frac{\Sigma(Rmt - Rm)^2}{n - 1} = 0.00177$$

Así, al aplicar la ecuación del beta se obtiene:

$$\beta = \frac{Cov(Rm, Rm)}{Var(Rm)} = 0.720904$$

Sin embargo, cuando no se dispone de información del retorno de una empresa o industria para calcular el beta, algunas compañías que se transan en bolsa tienen incorporado el cálculo del beta dentro de sus indicadores financieros.[5] Así, por ejemplo, si se quiere estudiar el beta del sector *retail*, es posible obtener el beta particular de cada compañía que opera en ese sector y que se transe en bolsa y sacar posteriormente un beta promedio ponderado. Es importante

[5] En el sitio web del profesor Aswath Damodaran se encuentra disponible un listado de betas por industria, tomando en consideración el desempeño que han tenido distintas firmas alrededor del mundo: pages.stern.nyu.edu.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

señalar que los beta de las empresas que transan en bolsa generalmente incluyen el efecto en riesgo que provoca el endeudamiento, es decir, son beta que consideran tanto el riesgo operacional como el financiero, por lo que resulta indispensable desapalancarlo para eliminar el riesgo financiero propio de la estructura de financiamiento que posee la empresa. Para lograr lo anterior, se considera la siguiente fórmula:

Riesgo operacional

16.6
$$\beta^{c/d} = \beta^{s/d} + \underbrace{(1 - tc) * \left(\frac{D}{P}\right) * \beta^{s/d}}_{\text{Riesgo financiero}}$$

donde:

$\beta^{s/d}$ = beta de la firma desapalancado o sin deuda. Considera solo el riesgo operacional.
$\beta^{c/d}$ = beta de la firma apalancado o con deuda. Considera el riesgo operacional y financiero.
tc = tasa de impuestos a las utilidades generadas por las empresas
D = componente de deuda en la estructura de la empresa
P = componente de patrimonio en la estructura de la empresa

Una vez desapalancado el beta, o una vez que este haya eliminado el riesgo financiero, se obtiene el riesgo propio del negocio. Suponga, por ejemplo, que se desea obtener el beta del sector *retail* tomando en consideración una determinada empresa de la industria. La empresa presenta un beta de 1.48; sin embargo, este beta lleva incorporado un componente importante de riesgo financiero, pues sus activos alcanzan un valor de 1 096 billones, y su patrimonio, 630 billones, lo que significa una deuda de 466 billones. Por lo tanto, este beta considera los riesgos operacional y financiero de la compañía, por lo que para obtener el beta operacional es necesario desapalancarlo de acuerdo con la fórmula señalada anteriormente. Si además se considera que la tasa de impuestos a las utilidades es de 20%, se dispone de todos los antecedentes para desapalancar el beta. Al despejar el parámetro beta sin deuda de la ecuación anterior, esta queda expresada de la siguiente manera:

16.7
$$\beta^{s/d} = \beta^{c/d} / (1 + (1 - tc) * D/P)$$

Aplicando la ecuación, se obtiene:

$\beta^{s/d} = 1.48 /(1 + (1 - 20\%) * 466 \text{ B} / 630 \text{ B})$
$\beta^{s/d} = 1.48 /(1 + (1 - 20\%) * 0.74)$
$\beta^{s/d} = 1.48 /(1 + 0.59)$
$\beta^{s/d} = 0.93$

Como puede observarse, el beta sin deuda es menor que el beta con deuda, ya que se le está eliminando el riesgo financiero. De esta manera, la tasa de descuento relevante para el sector *retail* sería:

$E\,(Ri) = 2.95\% + (11.03\% - 2.95\%)* 0.93$
$E\,(Ri) = 10.46\%$

Otro de los problemas comunes es estimar una tasa de descuento para un proyecto particular cuando no existe ninguna empresa del rubro que se transe en la bolsa local. En este caso debe aplicarse exactamente el mismo procedimiento anterior, tomando como referencia una empresa estadounidense del rubro que se transe en la bolsa de ese país.[6] Este procedimiento entrega matemáticamente un determinado guarismo, el cual podría no ser adecuado a la realidad regional donde se llevaría a cabo el proyecto. Dichas empresas se utilizan generalmente por ser este un mercado más completo y más profundo que los mercados latinoamericanos. Así, la posibilidad de encontrar empresas del sector en estudio es bastante mayor. Si este es el caso,

[6] http://www.nyse.com/marketinfo/mktsummary/MarketMovers.html

www.fullengineeringbook.blogspot.com

debe estimarse cada uno de los componentes de la ecuación del CAPM considerando parámetros estadounidenses, es decir, el rendimiento del Dow Jones y las tasas de libre riesgo de los bonos del Tesoro. Sin embargo, dado que la tasa obtenida es una tasa para Estados Unidos y no para el país en el que se desarrollará el proyecto, debe aplicarse un ajuste por riesgo país. El riesgo país es un índice que intenta medir el grado de riesgo que tiene un país para las inversiones extranjeras y está dado por la sobretasa que paga un país por sus bonos en relación con la tasa que paga el Tesoro de Estados Unidos.

recuerde y reflexione

Según el índice que elabora el banco de inversión estadounidense JP Morgan, Chile tiene al 2012 un *spread* o sobretasa de 72.5 puntos base por sobre los bonos del tesoro de Estados Unidos a cinco años. Perú 98 puntos; Colombia 98.81 puntos; México 98.95; Brasil 114; Venezuela con 700.62, y Argentina con 1 954.[7]

Si, por ejemplo, se ha calculado una tasa de descuento para un sector industrial en Perú tomando en consideración parámetros estadounidenses para la determinación de la tasa, al resultado correspondiente se le deberá sumar 240 puntos o 2.4%. Si la tasa estadounidense para un determinado sector fuese 12.24% anual, deberá agregársele 2.4% por concepto de riesgo país, obteniéndose finalmente una tasa de descuento de 14.64% real anual. Si el negocio que se está estudiando corresponde a una empresa que no se transa en bolsa de valores, podría incluirse además un premio por liquidez, pues no resulta lo mismo disponer de acciones de empresas que se transan día a día en una bolsa de valores, que disponer de acciones de una sociedad anónima cerrada. Cuando este es el caso, se considera además un costo adicional que dependerá del grado de liquidez. Así mientras mayor sea la dificultad de vender las acciones de la empresa mayor será el castigo por liquidez. La evidencia empírica muestra que sociedades anónimas que no se transan en la bolsa debieran tener un castigo por liquidez entre 0.5% y 1%. Las empresas de responsabilidad limitada de mediano tamaño debieran estar entre 1% y 2%, y las empresas familiares entre 2% y 3% anual. Esta estimación es por definición arbitraria, razón por la cual existen opiniones encontradas.

16.5. El costo de capital patrimonial

concepto clave

Capital patrimonial: es la parte de la inversión que debe financiarse con recursos propios.

En la evaluación de un proyecto se considera como **capital patrimonial** aquella parte de la inversión que debe financiarse con recursos propios.

En una empresa constituida, los recursos propios pueden provenir de la propia generación de la operación de la empresa, mediante la retención de las utilidades (rehusando el pago de dividendos) para reinvertirlas en nuevos proyectos, u originarse en nuevos aportes de los socios. Cuando el proyecto es financiado en parte con capital propio y en parte con deuda, el beta del patrimonio empieza a diferir del beta de los activos, pues al haber posiciones de deuda, el patrimonio pasa a segunda categoría en el servicio de los dividendos operacionales generados por el proyecto, pues primero deben saldarse los compromisos con terceros y luego los adquiridos con los accionistas.

Cuando las posiciones de deuda exceden el punto óptimo, las probabilidades de quiebra y los costos de quiebra comienzan a aparecer, vulnerando el retorno del patrimonio. Si bien es cierto que la rentabilidad esperada del patrimonio es mucho mayor, el riesgo de perderlo aumenta. Para entender mejor el concepto, supóngase que se dispone de un capital de $1 000 y se desea hacer una inversión donde existe la posibilidad de apalancar la posición cinco veces, es decir, con $1 000 se tomó una posición de $5 000. Si luego de un tiempo el instrumento de inversión rentó 20%, al final del periodo se tendrá un valor de $6 000. Si se asume que la deuda no tuvo

[7] Es importante señalar que, al igual que con cualquier parámetro del CAPM, el riesgo país es un parámetro dinámico que cambia constantemente, por lo que los valores antes señalados deben considerarse netamente referenciales en el momento de estimar una tasa de costo de capital, debiéndose utilizar los valores a la fecha de estimación. Estos datos corresponden a enero de 2013.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

costo, el inversionista habrá obtenido una rentabilidad de 100%, pues invirtió $1 000 y se quedó finalmente con $2 000. Sin embargo, si el fondo de inversión hubiese rentado negativamente 20%, el inversionista hubiera perdido todo su patrimonio, pues su posición tendría un valor de $4 000, que es exactamente el valor de la deuda. La rentabilidad obtenida en el escenario favorable es muy alta; no obstante, hace desaparecer íntegramente el patrimonio si ocurre lo contrario. Como puede observarse en el ejemplo, al asumir posiciones excesivas de deuda, el patrimonio queda mucho más expuesto a desaparecer. Esta situación se potencia notoriamente si el ejemplo se hubiera realizado con un apalancamiento de 10 veces y más aún si fuera de 20 veces. En este caso, una pequeña variación negativa hace que el patrimonio se extinga. Es justamente por esta razón por la que el beta del patrimonio aumenta exponencialmente en la medida en la que se toman posiciones de deuda elevadas.

La literatura es muy profusa en modelos de cálculo del costo de capital de fuentes específicas internas del proyecto. En términos generales, puede afirmarse que el inversionista asignará sus recursos disponibles al proyecto si la rentabilidad esperada compensa los resultados que podría obtener si destinara esos recursos a otra alternativa de inversión de igual riesgo. Por lo tanto, el costo de capital propio, *ke*, tiene un componente explícito que se refiere a otras posibles aplicaciones de los fondos del inversionista. Así, el costo implícito de capital es un concepto de costo de oportunidad que abarca tanto las tasas de rendimiento esperadas en otras inversiones como la oportunidad del consumo presente.

Cuando el inversionista tenga varias alternativas de inversión simultáneas a través de carteras de inversión (depósitos con cero riesgo en bonos de tesorería, depósitos en el mercado financiero con cierto grado de riesgo, compra de *brokers* con mayor riesgo o inversión en otras actividades productivas), optará por tomar como costo de oportunidad de la inversión la mejor rentabilidad esperada después de su ajuste por riesgo.

Como se indicó anteriormente, existen diversas maneras y modelos para estimar el costo patrimonial. CAPM es uno de los más utilizados.

16.5.1 Retorno exigido al patrimonio con CAPM

Cuando un proyecto se financia 100% con capital propio, la rentabilidad exigida a los activos coincide con la rentabilidad exigida al patrimonio, pues no se generan los efectos derivados de un apalancamiento financiero; sin embargo, en la medida en la que se van tomando posiciones de deuda, la rentabilidad exigida al patrimonio comienza a aumentar, pues al estar más expuesto a riesgo, el retorno exigido es mayor. En efecto, como se analizó en detalle en el capítulo 14, al tomar posiciones de deuda comienzan a aparecer las probabilidades y costos de quiebra, dejando al patrimonio más propenso a desaparecer, pues en escenarios adversos, el patrimonio tiene la última preferencia en el pago de las obligaciones por parte de la empresa. Cuando la empresa quiebra, la primera preferencia de pago la tiene el síndico, luego el fisco, los trabajadores, los acreedores garantizados, los acreedores no garantizados y finalmente los inversionistas.

Esto se percibe con mayor magnitud cuando se tienen elevadas posiciones de deuda, pues la empresa, al caer en una situación de ***financial distress*** o **angustia financiera**, el espiral de deterioro aumenta a velocidades exponenciales, dejando el patrimonio en una posición muy riesgosa. Es justamente esta razón la que hace que el **retorno exigido al patrimonio** sea sustancialmente mayor cuando el apalancamiento financiero es alto.

Para determinar la rentabilidad exigida al patrimonio, deberá utilizarse CAPM, tal como se empleó para determinar el retorno exigido a los activos, pero con la diferencia de que ahora deberá usarse el beta apalancado, pues este beta incorpora ambos efectos, el riesgo asociado a los activos pero ajustado por el riesgo a que se ve enfrentado el patrimonio al disponer de posiciones de deuda. Si se considera que la deuda es libre de riesgo, es decir, $\beta_d = 0$, puede aplicarse la fórmula siguiente para obtener el beta con deuda o beta patrimonial β_e.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

16.8
$$\beta^{c/d} = \beta^{s/d} + (1 - tc) * \left(\frac{D}{P}\right) * \beta^{s/d}$$

Cabe señalar que existen tres tipos de beta: el **beta de los activos** que se utiliza cuando el proyecto carece de deudas, el beta de los recursos propios o patrimonio cuando se toman posiciones de deuda y el **beta de la deuda**. Cuando se toman posiciones de deuda comienza a diferir. Para comprender mejor el concepto, considérese la siguiente situación; supóngase un proyecto que requiere $10 000 en activos. Si se asume que la tasa libre de riesgo es 2.95%, que el retorno esperado de mercado es 11.03% y que el beta de la industria es 1.2, el retorno exigido a esa inversión debería ser de 12.65%.

$E(Ri) = 2.95\% + (11.03\% - 2.95\%) * 1.2$
$E(Ri) = 12.65\%$

Sin embargo, si por otro lado se asume que el 40% de la inversión es financiada con deuda, la tasa que debería exigírsele de retorno al patrimonio se determina aplicando la fórmula de apalancamiento del beta.

16.8
$$\beta^{c/d} = 1.2 + (1 - 20\%) * \left(\frac{4\,000}{6\,000}\right) * 1.2$$
$$\beta^{c/d} = 1.84$$

Como puede observarse, el beta con deuda es mayor que el beta sin deuda, básicamente porque incorpora ambos riesgos: el riesgo operacional y el riesgo financiero; por ello, matemáticamente el retorno exigido al patrimonio es mayor. Cabe hacer notar que el retorno exigido al patrimonio no aumenta linealmente, sino de manera exponencial, pues matemáticamente la relación deuda-patrimonio crece a tasas crecientes en la medida en la que la exposición a deuda es mayor, lo que es conceptualmente consistente con el retorno exigido al patrimonio, pues el nivel de exposición de este aumenta en igual magnitud.

16.5.2 Métodos de estimación alternativos

El costo de capital propio puede calcularse alternativamente mediante el uso de la tasa libre de riesgo (*Rf*) más un **premio por riesgo** (*Rp*). Es decir:

16.9
$$k_e = Rf + Rp$$

La tasa que se utiliza como libre de riesgo es generalmente la de los documentos de inversión colocados en el mercado de capitales por los gobiernos, tal como se analizó en el modelo CAPM.

El premio por riesgo corresponde a una exigencia que hace el inversionista por tener que optar por una inversión distinta a aquella que le reporta una rentabilidad asegurada. La mayor rentabilidad exigida puede calcularse como la media observada históricamente entre la rentabilidad del mercado (*Rm*) y la tasa libre de riesgo. Esto es:

16.10
$$Rp = Rm - Rf$$

Una manera alternativa de calcular el costo de capital propio para un proyecto que se evalúa en una empresa en funcionamiento es mediante la valoración de los dividendos, como se muestra en la siguiente ecuación:

16.11
$$k_e = \frac{D}{P} + g$$

donde (*D*) es el dividendo por acción, pagado por la empresa a los accionistas; (*P*) es el precio de la acción y (*g*) es la tasa esperada de crecimiento. Por ejemplo, si el precio en el mercado de las acciones de la empresa es de $2 165, el dividendo que se pagará por acción es $184, y si se

www.fullengineeringbook.blogspot.com

espera que el crecimiento a futuro sea constante anualmente a una tasa de 4%, el costo de capital es:

$$k_e = \frac{184}{2\,160} + 4\% = 12.5\%$$

16.6. Costo de capital promedio ponderado *versus* CAPM

Es común observar que las empresas utilizan una tasa de descuento corporativa para evaluar sus proyectos de inversión, independientemente del nivel de riesgo que estas inversiones puedan tener. Al evaluar un proyecto individual de inversión, el costo de capital de la empresa podría no necesariamente representar el costo que debería exigirse al nuevo proyecto, ya que este podría tener un mayor o menor riesgo que el negocio base.

Por ejemplo, supóngase que una empresa con un nivel de riesgo asociado a un beta igual a uno, está evaluando la posibilidad de hacer dos proyectos alternativos, A y B. Dado este nivel de riesgo, la empresa exige a cualquier inversión 15% de rentabilidad. Según este criterio, el proyecto B, con una rentabilidad de 14%, será rechazado, pues no alcanza a retornar 15%, y el proyecto A sería aceptado, ya que reporta una rentabilidad de 16%. Si se hubiese considerado el nivel de riesgo específico asociado con cada uno de los proyectos, las decisiones podrían ser diametralmente opuestas, ya que como el proyecto A tiene un nivel de riesgo superior al de la empresa (beta mayor que uno), debe exigírsele una tasa de rentabilidad esperada superior a 15%, dada por la línea del mercado de valores, la que en este caso corresponde a 17%. Por otro lado, el proyecto B debería aceptarse, ya que como tiene un menor nivel de riesgo (beta menor que uno), la rentabilidad exigida debería ser menor que 15% la que en este caso sería 12%. Por lo tanto, si el proyecto tiene un riesgo superior al promedio de la empresa, no podrá exigírsele una rentabilidad equivalente al costo de capital de la compañía. Por consiguiente, la tasa que se exigirá a la inversión dependerá del beta del proyecto y de las preferencias de los inversionistas en cuanto a la relación entre riesgo y retorno (ver figura 16.4).

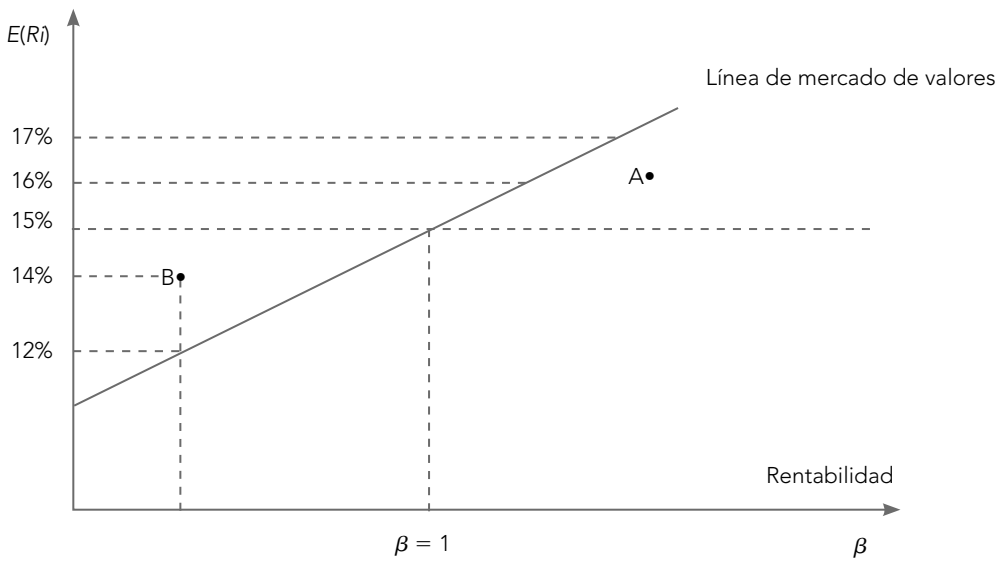


Figura 16.4 Relación entre riesgo y rentabilidad.

Como conclusión al análisis del ejemplo anterior, puede señalarse que la aplicación de tasas corporativas basadas en el modelo de costo de capital promedio ponderado son correctas en la medida en la que la estructura de endeudamiento de la empresa obedezca a una estructura de

www.fullengineeringbook.blogspot.com

endeudamiento óptima y permanente en el tiempo; óptima por cuanto debe obedecer a una estructura cuya deuda aporte valor a la compañía, y no que le quite valor, como cuando ocurre en una situación de *financial distress*; y permanente se refiere a una estructura de largo plazo, pues si se toma una posición de deuda transitoria o de corto plazo, es decir, por un tiempo determinado, cada vez que se amortice capital la relación deuda-activos y la relación patrimonio-activos variará, modificando los ponderadores de la ecuación del costo capital promedio ponderado hasta extinguir la deuda y transformar el patrimonio en los activos de la empresa, en cuyo caso la tasa relevante en el largo plazo es el retorno exigido a los activos.

Resumen

En este capítulo se analizó tanto la tasa de costo de capital pertinente para el proyecto como las maneras comunes de calcularla. En particular, se estudió la manera que adopta la tasa de descuento utilizada en la evaluación de un proyecto, la cual se definió como el precio que debe pagarse por los fondos requeridos para financiar la inversión, al mismo tiempo que representa una medida de la rentabilidad mínima que se exigirá al proyecto de acuerdo con su riesgo.

Las fuentes específicas de financiamiento analizadas fueron la deuda y el patrimonio. La medición del costo de la deuda se efectúa sobre la base de la tasa de interés explícita en el préstamo. Dado que los gastos financieros son deducibles de impuesto, el costo efectivo de la deuda se calcula por $k_d\,(1 - t)$ si la empresa tiene utilidades contables.

El costo de capital patrimonial se basa en un concepto de costo de oportunidad, que representa la rentabilidad que el inversionista exige a sus recursos propios, la cual incluye un premio por el riesgo asumido al hacer la inversión.

Para la evaluación de proyectos con financiamiento múltiple, deberá considerarse el costo ponderado del capital, que representa el costo promedio de todas las fuentes de fondos utilizadas. No obstante, su correcta utilización dependerá de tres factores: el primero es que la empresa determine una estructura de endeudamiento óptima y eficiente que permita que la empresa maximice su valor; el segundo elemento es que esta estructura sea de largo plazo o permanente en el tiempo, es decir, que no se trate de una deuda coyuntural cuya estructura es transitoria; y tercero, que los proyectos que se evalúen con la tasa corporativa correspondan a proyectos cuyo nivel de riesgo sea similar al nivel de riesgo del negocio base o *core* de la empresa, pues de lo contrario podrían generarse distorsiones, como rechazar proyectos eficientes y aprobar proyectos ineficientes.

Un enfoque para el cálculo del costo patrimonial lo constituye el modelo de los precios de los activos de capital, que se basa en la definición del riesgo como la variabilidad en la rentabilidad de una inversión.

Preguntas y problemas

1. Explique el concepto de costo de capital y por qué se usa como tasa de descuento en la determinación de la rentabilidad de un proyecto.
2. Explique el concepto del beta en el cálculo del costo de capital.
3. ¿Qué explica que el beta con deuda sea mayor que el beta sin deuda?
4. ¿En qué casos es recomendable el uso de tasas de costo de capital estimadas a través del CCPP? ¿Bajo qué condiciones su utilización podría inducir a recomendaciones de inversión erradas?
5. Explique por qué cuando se toman posiciones de deuda el retorno exigido al patrimonio es mayor que el retorno exigido a los activos.
6. ¿Por qué cuando se toma una posición de deuda específica, cuyo tiempo de duración es corto y conocido, el costo de capital relevante es el retorno exigido a los activos y no el CCPP?
7. ¿Qué significa que la deuda sea libre de riesgo?
8. Explique el concepto de *financial distress* y por qué cuando existe el valor de la empresa disminuye?

www.fullengineeringbook.blogspot.com

9. ¿En qué caso es indiferente utilizar las tasas k_d y $k_d\,(1 - t)$?
10. ¿Qué se entiende por fuentes de financiamiento propias? ¿Qué ventajas presentan? ¿En qué se diferencian de las ajenas?
11. Explique por qué al evaluar el flujo de un proyecto por el criterio del VAN utilizando la tasa K_0 se obtiene un resultado distinto del que se obtiene evaluando el flujo del inversionista a la tasa k_p, si por definición el VAN es un excedente para el inversionista y tanto k_0 como k_p representan los costos de las fuentes de financiamiento involucradas en cada flujo.
12. Explique en qué consiste el modelo de los precios de los activos de capital y cómo se aplica el cálculo del costo de capital patrimonial.

Comente las siguientes afirmaciones:

a) El tratamiento tributario de los intereses financieros constituye un incentivo para nuevas inversiones por ser un subsidio directo a los inversionistas.
b) Si el interés cobrado por un préstamo es de 10% anual y si la tasa de impuesto a las utilidades es de 15%, el costo efectivo de endeudarse es de 8.5%.
c) El costo de capital del proyecto se calcula como un promedio de los costos de las diversas fuentes de financiamiento involucradas.
d) El costo de la deuda generalmente es menor que el costo de capital propio.
e) El costo de capital propio calculado por los distintos métodos debe ser siempre el mismo.
f) El objetivo del análisis de la tasa de descuento es que permite seleccionar la alternativa de endeudamiento más adecuada a los intereses del proyecto.
g) Al calcular una tasa de descuento ponderada deberán evaluarse todos los proyectos de la empresa a esa tasa.
h) Al evaluar un proyecto individual, el costo de capital de la empresa podría no ser representativo para el proyecto.
i) Siempre que se introduce más deuda, el k_0 baja y el valor de la empresa aumenta.
j) Un inversionista evalúa un proyecto para construir un edificio de departamentos. La tasa de interés de captación del sector financiero se ha mantenido alrededor de 3.8% mensual y el inversionista no cree que variará. Él sostiene que: "Dado que el costo de oportunidad de mis fondos es la tasa de mercado, y puesto que usaré deuda para financiarlos, esta será la tasa de descuento que usaré para evaluar el proyecto."
k) Para calcular el VAN del proyecto puro y del VAN del proyecto con financiamiento, las partidas de ingresos y egresos no tendrán mayor cambio, con excepción del costo del financiamiento.
l) Para el pago de una deuda bancaria, el monto por cancelar anualmente constituye un desembolso que deberá incluirse en el flujo de caja del año respectivo, por lo que el resultado del flujo disminuirá en ese monto.
m) La búsqueda del financiamiento óptimo significa optar para el proyecto por la más baja tasa existente en el mercado.
n) Dado un nivel de ingresos determinado, cuanto mayor sea el nivel de inversión, los costos de operaciones y el costo de capital, menor será la rentabilidad del proyecto.
ñ) La tasa del descuento que debe aplicarse para la decisión de la mejor opción tecnológica no reviste mayor importancia, ya que si se utiliza una misma tasa para cada una de ellas se obtiene el resultado correcto para la toma de la decisión correspondiente.
o) La tasa de descuento por aplicar en la determinación de la mejor alternativa tecnológica no es mayormente relevante. Lo importante es que al estudiar dos opciones diferentes, ellas sean sometidas a la misma tasa.

Material complementario

Ejercicios recomendados del texto complementario: José Manuel Sapag, *Evaluación de proyectos, guía de ejercicios, problemas y soluciones*, McGraw-Hill, 3a. ed., 2007:

www.fullengineeringbook.blogspot.com

36. Externalización de servicio de transporte, **50.** Fábrica de neumáticos, **51.** S&F, **52.** Transporte ferroviario, **53.** *Leasing*, **54.** Extracción de arena, **55.** Costo de capital, **56.** Costo de capital II, **63.** Granja educativa

Bibliografía

Brealey, R. y S. Myers, *Fundamentos de financiación empresarial*, McGraw-Hill, Madrid, 1998.

Brigham, E. F. y M. C. Bhrhardt, *Financial Management Theory and Practice*, Cengage Learning, 2010.

Damodaran, Aswath, *Security Analysis for Investment and Corporate Finance*, 2a. edición, Wiley Finance, 2006.

Levy, H. y M. Sarnat, *Capital Investment and Financial Decisions,* Prentice Hall, 1994.

Maginn, John L., Donald L. Tuttle, Dennis W. McLeavey, Jerald E. Pinto, *Managing Investment Portfolios: A Dynamic Process*, John Wiley & Sons, 2010.

Maquieira, Preve y Sarria-Allende, *Theory and Practice of Corporate Finance: Evidence and Distinctive Features in Latin America*, junio de 2012.

Modigliani, F. y M. Miller, *The American Economic Review*, junio de 1958, pp. 261-296.

Pinilla Más, F., *Administración y finanzas*, Anele, 2001.

Silvestre, J. y F. López, *La economía en la empresa,* McGraw Hill / Interamericana, 2007.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Capítulo 17

Análisis de riesgo

En los capítulos anteriores se han estudiado los criterios que se usan para definir la conveniencia de una inversión basada en condiciones de certeza, o bien, en la existencia de un caso base. Tal suposición, sin embargo, se adoptó para presentar los procedimientos metodológicos de la evaluación de un proyecto, además de la evaluación de la situación base que corresponde al escenario de mayor probabilidad de ocurrencia. No obstante, la proyección de flujos es por definición incierta y sujeta a un sinnúmero de variables de permanente incertidumbre, por lo que la construcción de un flujo de caja evidentemente constituye un análisis precario para una evaluación correcta.

Conocer con anticipación todos los hechos que pueden ocurrir en el futuro y que tienen efectos en los flujos de caja constituye uno de los principales desafíos del preparador y evaluador de proyectos. Al no tener certeza sobre los flujos futuros de caja que ocasionará cada inversión, se estará en una situación de riesgo o de incertidumbre. Existe riesgo cuando hay una situación en la cual una decisión tiene más de un posible resultado y la probabilidad de cada resultado específico se conoce o puede estimarse. Hay incertidumbre cuando no puede identificarse cuáles son los eventuales escenarios a los que el proyecto pudiera verse enfrentado, con qué probabilidad de ocurrencia o nivel de exposición, ni tampoco pueden determinarse los efectos económicos derivados de dichos escenarios.

El objetivo de este capítulo es analizar el problema de la identificación, clasificación y medición del riesgo en los proyectos, así como los distintos criterios de inclusión y análisis para su evaluación.

En este estudio no se incluye el riesgo de cartera, que, aunque es un tema de alto interés, escapa al objetivo de este texto.

17.1. El riesgo en los proyectos

El **riesgo** de un proyecto se define como la variabilidad que presentan los componentes del flujo de caja efectivo respecto de los estimados en el caso base. Cuanto más grande sea esta variabilidad, mayor es el riesgo del proyecto. Así, el riesgo se manifiesta en la variabilidad de los rendimientos del proyecto, puesto que se calculan sobre la proyección de los flujos de caja.

Como ya se indicó, el riesgo define una situación donde el comportamiento de un resultado está sujeto a un conjunto de resultados posibles, cada uno de los cuales con una probabilidad asignada. La **incertidumbre** caracteriza a una situación en la que los posibles resultados de una estrategia no son conocidos y, en consecuencia, sus probabilidades de ocurrencia no son cuantificables. Es importante hacer notar la diferencia entre riesgo e incertidumbre; cuando un inversionista conoce los eventuales escenarios a los cuales puede verse enfrentado, así como sus probabilidades de ocurrencia y los efectos económicos a los cuales se verá enfrentado en el caso de que ocurran dichos eventos, el inversionista estará tomando decisiones bajo riesgo, pero no bajo incertidumbre; sin embargo, si el inversionista no conoce los diversos escenarios en los cuales puede verse implicado, ni sus probabilidades ni sus efectos económicos en caso de ocurrencia, el inversionista estará tomando decisiones bajo incertidumbre y riesgo. Justamente, la preparación y evaluación de proyectos, y en particular este capítulo, consiste en generar información adicional que permita al inversionista reducir lo más posible los niveles

conceptos claves

Riesgo: la variabilidad que presentan los flujos de caja efectivos respecto de los estimados en el caso base.

Incertidumbre: caracteriza a una situación en la que los posibles resultados de una estrategia no son conocidos y, en consecuencia, sus probabilidades de ocurrencia no son cuantificables.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

de incertidumbre relacionados con el proyecto, no el riesgo. Su diversificación, que es un tema de alto interés, escapa al objetivo de este texto.

La incertidumbre, por lo tanto, puede ser una característica de información incompleta, de exceso de datos o de información inexacta, sesgada o falsa, o simplemente la imposibilidad de poder identificar variables que podrían afectar los flujos del negocio. Por ejemplo, un proyecto chileno de exportación de uvas de mesa resultó no rentable como consecuencia de que el Departamento de Drogas y Estupefacientes de Estados Unidos impidió la entrada de ellas a este país, único comprador de la fruta de acuerdo con el proyecto evaluado.

La incertidumbre crece en el tiempo. El desarrollo del medio condicionará la ocurrencia de los hechos que fueron estimados en el momento de su formulación. La sola mención de las variables principales incluidas en la preparación de los flujos de caja deja de manifiesto el origen de la incertidumbre: el precio y la calidad de las materias primas; el nivel tecnológico de producción; las escalas de remuneraciones; la evolución de los mercados; la solvencia de los proveedores; las variaciones de la demanda, tanto en cantidad y calidad como en precio; las políticas del gobierno respecto del comercio exterior (sustitución de importaciones, liberalización del comercio exterior); la productividad real de la operación, etcétera.

recuerde y reflexione

Una diferencia menos estricta entre riesgo e incertidumbre identifica al riesgo como la dispersión de la distribución de probabilidades del elemento en estudio o de los resultados calculados, mientras que la incertidumbre es el grado de falta de confianza respecto a que la distribución de probabilidades estimadas sea la correcta.

Se han hecho muchos intentos para enfrentar la falta de certeza en las predicciones; no obstante, José Sapag plantea en su artículo "Cómo abordar la problemática del riesgo en la evaluación de proyectos"[1] que el proceso requiere de tres etapas fundamentales: identificar el riesgo, clasificarlo y medirlo. Si bien el análisis parte de una identificación cualitativa del riesgo, ello posteriormente se va transformando en elementos de carácter cuantitativo. Para comprender mejor el proceso, se abordará en detalle cada una de las tres etapas.

concepto clave

Identificar el riesgo: determinar los escenarios adversos a los que un proyecto pudiera verse enfrentado.

17.2. La identificación del riesgo

El primer paso consiste en **identificar el riesgo**, es decir, determinar los escenarios adversos a los que un proyecto pudiera verse enfrentado. Para ello, se requiere trabajar en dos dimensiones: la identificación de las **fuentes de riesgo internas** y la de las **fuentes de riesgo externas**. Las primeras tienen relación con los elementos de riesgo asociados a la empresa y a sus socios: la falta de experiencia y *know how* de quienes desarrollan y administran el proyecto, la inexistencia de objetivos y visiones comunes entre socios respecto del futuro del negocio, la falta de compromiso, la no existencia de pasiones y habilidades; todo ello hará del proyecto un negocio inviable. Si bien es cierto que estos riesgos son diversificables y mitigables, es recomendable al menos tener conciencia de que el proyecto puede fracasar por la presencia de estos elementos. Por otra parte, desde el punto de vista de la empresa constituida, pudiera haber debilidades en los distintos elementos de la cadena de valor, que deriven en que el proyecto, siendo una buena idea, termine resultando un negocio ineficiente. En efecto, ineficiencias en las actividades de apoyo, como la carencia de un equipo ejecutivo y administrativo adecuado, la existencia de tecnología deficiente y obsoleta, la falta de liderazgo, deficientes mecanismos de incentivos, políticas y procedimientos mal definidos, carencia de mecanismos de control e infraestructura inadecuada, y procedimientos deficientes relacionados con las adquisiciones de materia prima, productos o servicios de terceros, pudieran llevar a que una buena iniciativa termine siendo un proyecto ineficiente.

[1] José Manuel Sapag, "Cómo abordar la problemática del riesgo en la evaluación de proyectos", edición digital, agosto de 2013.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

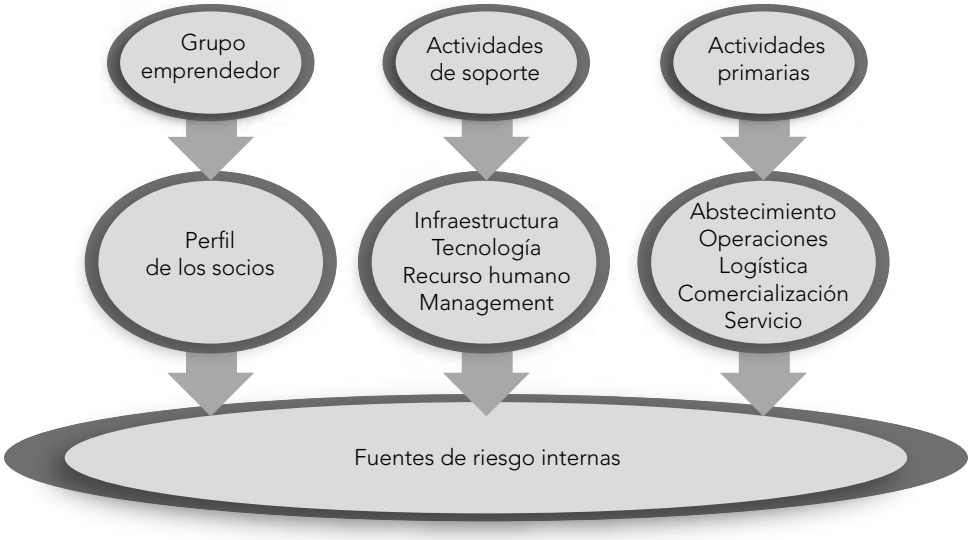


Figura 17.1

Asimismo, pudieran presentarse debilidades en las actividades primarias, por ejemplo, ineficiencia en la logística asociada al abastecimiento de materias primas, en los procesos productivos, en la logística asociada a los productos terminados, en las estrategias de comercialización del producto y en la prestación de servicios de soporte al cliente.

recuerde y reflexione

Si bien es cierto que cuando se evalúa un proyecto todas las actividades anteriores generalmente se dan por sentadas, es importante efectuar un diagnóstico sincero respecto de cada una de ellas, de tal manera que puedan identificarse las fuentes de riesgo internas que pudieran llevar al fracaso de la iniciativa evaluada.

Si bien la preparación y evaluación de un proyecto se confecciona a partir de condiciones óptimas, es importante considerar las eventuales desviaciones derivadas de las debilidades internas. Cabe mencionar que, así como se identifican debilidades internas, también puede hacerse lo mismo con las fortalezas de los socios y de la empresa pues ello constituye la identificación de variaciones favorables.

recuerde y reflexione

La segunda dimensión tiene relación con las fuentes de riesgo externas a la empresa y a sus socios, también denominadas **amenazas del negocio**, las cuales pueden provenir de cuatro subdimensiones diferentes: los mercados con los que interactúa o interactuará el proyecto, los grupos afectados externos o *stakeholders* externos, el contexto local y el contexto internacional.

Como se analizó en el capítulo dos, las amenazas, así como las oportunidades, en primer orden provienen de los distintos **submercados** con los que un proyecto o negocio interactúa. La rivalidad entre competidores, la relación con los proveedores, la relación comercial con los canales de distribución y la interacción con los diferentes segmentos de consumidores pueden generar al proyecto constantes amenazas. De ahí la importancia de la posición competitiva que tenga la empresa o el proyecto en la industria donde pretende entrar a competir, pues en la medida en la que la posición sea dominante, existe una menor exposición a amenazas y, por consiguiente, a riesgos.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

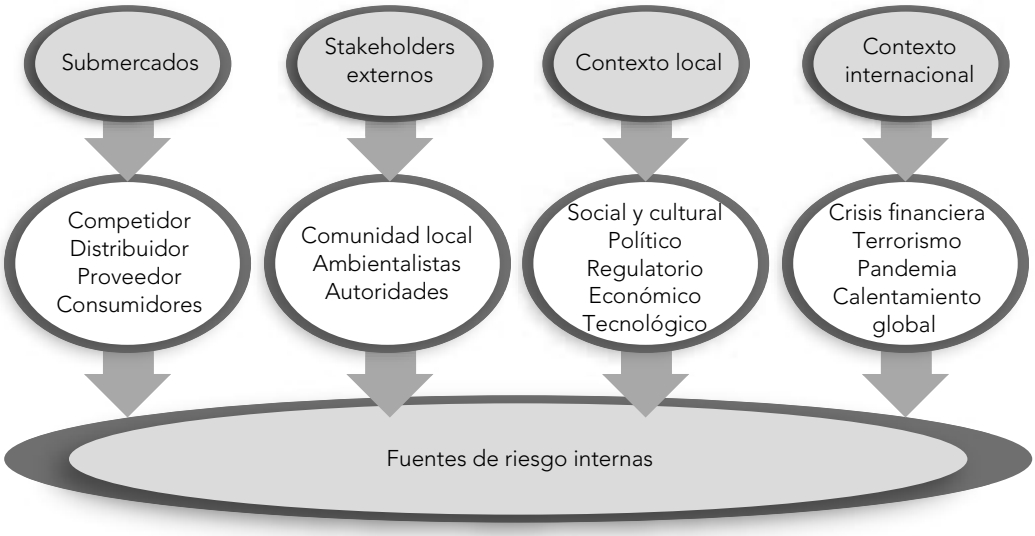


Figura 17.2

En segundo orden están los ***stakeholders* externos** que eventualmente pudieran verse afectados por el proyecto, pues su acción necesariamente generará externalidades a la sociedad, la cual podría dividirse en apoyadores y detractores; estos últimos pueden ser eventuales fuentes de riesgo. Por ejemplo, el proyecto de construcción de la central hidroeléctrica de Hidroaysen, en Chile, generó detractores entre ambientalistas, autoridades regionales y comunidades vecinales, que produjeron retrasos, mayores costos de mitigación ambiental, mayores gastos de puesta en marcha, mayor inversión en estudios, otorgamiento de beneficios a la comunidad, etcétera, lo que derivó en menores índices de rentabilidad para el proyecto.

En tercer orden están las fuentes de riesgo derivadas del **entorno local**, básicamente determinadas por el contexto social, cultural, político, económico, ambiental, regulatorio y tecnológico. En efecto, cambios en los estilos de vida, la existencia de voluntades políticas adversas, la aplicación de políticas monetarias y fiscales restrictivas, la implantación de una normativa ambiental más exigente, cambios en las normas y regulaciones tributarias, laborales y financieras, y la obsolescencia tecnológica son amenazas permanentes que pueden llevar a que el proyecto sea más riesgoso. De ahí la importancia del análisis del contexto actual en cada uno de los ámbitos mencionados.

En último orden están las fuentes de riesgo derivadas del **entorno internacional**. Hoy las economías del mundo están cada vez más interrelacionadas e integradas, de tal forma que lo que ocurre en el exterior no es indiferente al resultado que pudiera generar un proyecto en un ámbito nacional o regional. Por ejemplo, la crisis financiera de los países europeos, la desaceleración de la economía china y la recesión en Estados Unidos no son indiferentes a los resultados de los mercados locales. Lo mismo ocurre con los efectos derivados del calentamiento global y su impacto en el precio de las hortalizas, las consecuencias del terrorismo internacional, las pandemias —como la ocurrida en México con la fiebre AH1N1— y las consecuencias que podría generar un ciberataque a los sistemas informáticos. Todos estos factores sin duda constituyen fuentes de riesgo que deberán ser analizadas y consideradas en el momento de evaluar la conveniencia de efectuar una inversión.

17.3. La clasificación del riesgo

La clasificación del riesgo puede abordarse bajo dos enfoques: tipología e impacto. La clasificación por tipología obedece a la identificación del tipo de riesgo a que un proyecto puede verse enfrentado, siendo estos riesgos comerciales, operacionales, financieros, regulatorios, ambientales, climáticos, tecnológicos, sociales y culturales, por nombrar los más relevantes, en cambio, la clasificación del riesgo por impacto, dice relación con el efecto económico que este pudiera

www.fullengineeringbook.blogspot.com

generar en el resultado de un negocio en caso que dicho evento ocurra. No todos los riesgos tienen el mismo impacto en el proyecto; hay algunos mucho más relevantes que otros: no todos tienen la misma probabilidad de ocurrencia y no todos generan el mismo efecto económico en el resultado del proyecto, por lo que la **clasificación de los riesgos** es fundamental para analizar adecuadamente la conveniencia económica de implementar un proyecto. Aquellos riesgos que presenten una alta probabilidad de ocurrencia y que generen alto impacto en el desempeño económico del negocio conformarán la **zona de alto riesgo**. Por el contrario, los que presenten baja probabilidad de ocurrencia y que, en caso de suceder, generen un bajo impacto en el desempeño económico del negocio, constituirán riesgos de poca relevancia, los cuales podrían prescindir de un análisis más profundo.

concepto clave

Zona de alto riesgo: aquellos riesgos que presenten una alta probabilidad de ocurrencia y que generen alto impacto en el desempeño económico del negocio.

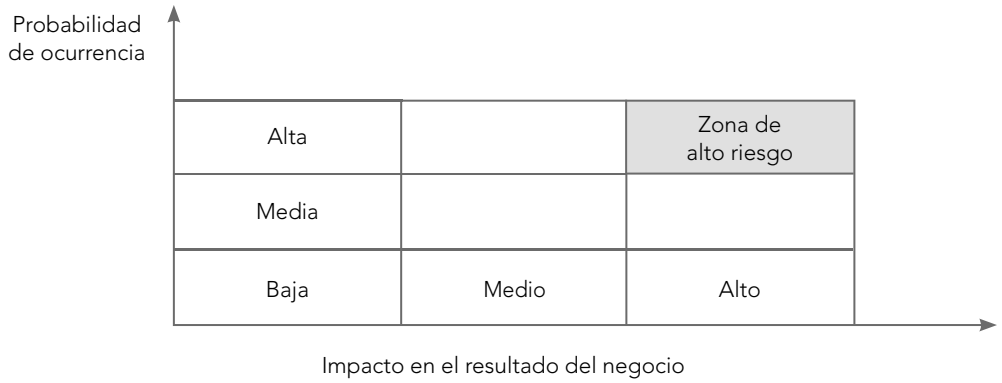


Figura 17.3

Desde el punto de vista metodológico, es importante identificar, en primera instancia, cuáles son las variables económicas del proyecto que mayor impacto generan en sus resultados. Si bien es cierto que ello depende del tipo de proyecto de que se trate, existen evidencia y mecanismos de medición que permiten identificar dichas variables. Por ejemplo, en un proyecto de línea aérea, las variables económicas que mayor impacto generan en los resultados son las tarifas, el precio del combustible y la tasa de ocupación de los vuelos; en un proyecto inmobiliario podrían ser el precio del cemento, la mano de obra y de la velocidad de venta; y en un proyecto de generación eléctrica con tecnología eólica podrían ser el factor de planta, el precio del kwh y el valor de las turbinas. No obstante, al margen de la evidencia que pudiera obtenerse, es posible que el modelo de evaluación arroje las sensibilidades de las distintas variables económicas respecto del resultado que quiere medirse, usualmente el VAN. Con la simulación de Montecarlo, realizada a través de un software como crystal Ball, es posible obtener el gráfico de **sensibilidad** de todas las **variables económicas** del proyecto.[2] En el proyecto de construcción de una planta de cemento realizado para el Holding de empresas Transex, se aplicó la simulación y se obtuvo el siguiente resultado:

Como puede observarse en este caso específico, el precio del saco de cemento, el valor de la tonelada del klinker —principal insumo en la fabricación de cemento— y la demanda son los principales factores que explican el resultado del proyecto en términos de VAN; por lo tanto, toda debilidad o amenaza detectada, con alta probabilidad de ocurrencia y que pueda afectar cualquiera de las tres variables mencionadas, constituirá una fuente de riesgo clasificada en la zona de alto riesgo. Son justamente los riesgos clasificados en esta zona los que posteriormente serán sensibilizados en la evaluación económica. Como se verá en el capítulo siguiente, la sensibilización representa la medición del desempeño de un resultado en función de distintos escenarios. Por ejemplo, se puede sensibilizar el VAN de un proyecto frente a diferentes escenarios de demanda, precio de venta y costos de operación, etcétera, de tal forma de cuantificar cuál podría ser el resultado del negocio frente a posibles variaciones en esos parámetros.

[2] Para una explicación detallada respecto de cómo obtener este gráfico, refiérase al ejercicio 58, denominado "Simulación de Montecarlo" en el libro: José Manuel Sapag, *Evaluación de proyectos. Guía de problemas y soluciones*, McGraw-Hill, 2007, pp. 309-316.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

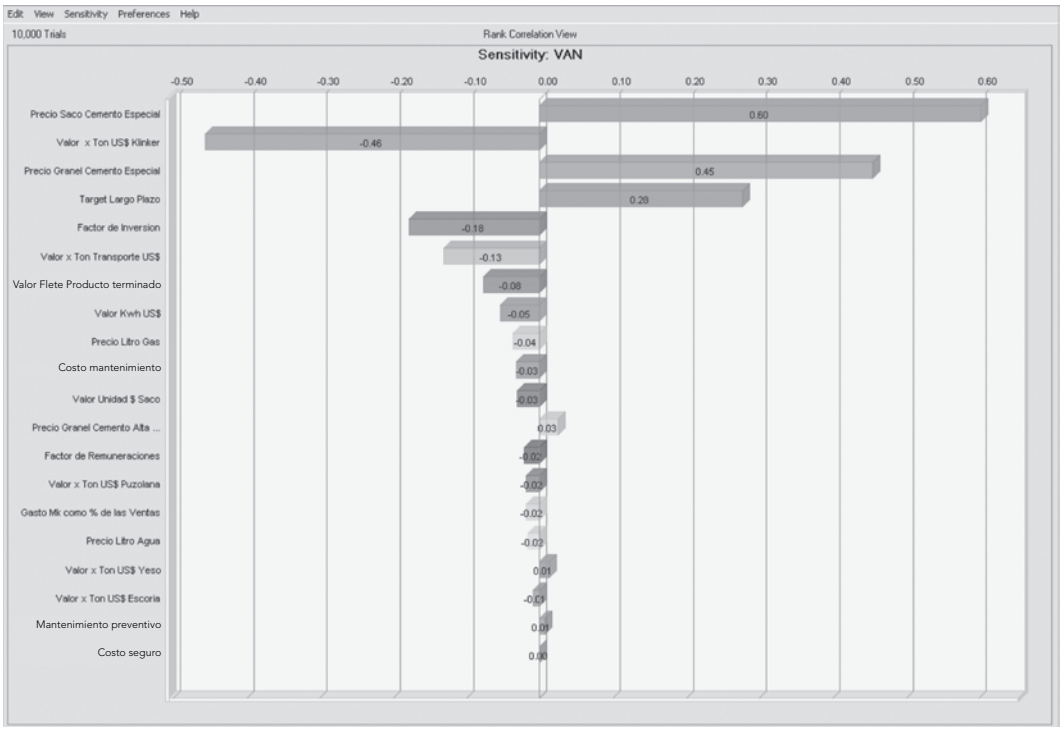


Figura 17.4

La identificación de las variables más sensibles al resultado de un negocio, no necesariamente requiere de la aplicación de esta herramienta computacional, pues cuando se estudia un proyecto durante la misma investigación se van detectando las variables más relevantes, ya sea por sentido común, o bien mediante entrevistas en profundidad con ejecutivos ligados a la industria en estudio.

concepto clave

Medición del riesgo: la manera de medir la variabilidad de los flujos de caja respecto de los estimados en el caso base como un elemento de cuantificación del riesgo de un proyecto.

17.4. La medición del riesgo

El riesgo de un proyecto se definió como la variabilidad de los flujos de caja efectivos respecto de los estimados en el caso base. La falta de certeza de las estimaciones del comportamiento futuro puede asociarse normalmente con distribución de probabilidades de los componentes de los flujos de caja.

recuerde y reflexione

Su representación gráfica permite visualizar la dispersión de los flujos de caja y asignar un riesgo más elevado a aquellos proyectos cuya dispersión sea mayor.

Tomar decisiones bajo riesgo necesariamente implica que pudieran darse escenarios en los que el proyecto no reditúe lo exigido, e incluso en los que signifique una pérdida de valor para el inversionista. Lo anterior en ningún caso significa que el proyecto estuvo mal evaluado, sino que se dieron algunas de las combinaciones adversas que se identificaron como posibles. Un proyecto sí está mal evaluado cuando ocurre algún escenario que, pudiéndose haber previsto, no se consideró en la evaluación económica.

El primer paso para cuantificar el riesgo consiste en relacionar las distintas fuentes de riesgo detectadas con las variables consideradas en la construcción del caso base. Por ejemplo, si una de las amenazas detectada es la rivalidad entre competidores, no es descartable una eventual guerra de precios o un eventual bloqueo del ingreso a los canales de distribución, en cuyo caso

www.fullengineeringbook.blogspot.com

el precio de venta, la demanda y la velocidad de penetración estimados en el caso base podrían verse afectados. Si, por otra parte, en un proyecto agrícola se percibe una amenaza de sequía o una plaga de algún insecto, los efectos en los precios y en la oferta serán de gran magnitud, por lo que el análisis debe centrarse en detectar las relaciones causa-efecto derivadas de los potenciales escenarios determinados.

recuerde y reflexione

Una vez que se determina la relación causa-efecto de cada una de las fuentes de riesgo, en particular aquellas clasificadas en la zona de alto riesgo, deberá trabajarse en la determinación del **rango de variabilidad** del comportamiento de dicha variable y de su **distribución probabilística**.

En efecto, deberán establecerse los rangos mínimos y máximos que podría ocupar la variable y cómo se comporta esta probabilísticamente. De acuerdo con el análisis de evidencia empírica, así como con base en proyecciones y estimaciones de expertos y líderes de opinión, deberá establecerse el rango de comportamiento de la variable considerada en la proyección, de tal manera que permita calcular valores extremos que sí respondan a una posibilidad, aunque su probabilidad de ocurrencia sea baja; de ahí la importancia de la determinación de su comportamiento probabilístico. Por ejemplo, si los valores extremos tienen igual probabilidad remota de que ocurran, lo usual en ese caso será trabajar con una distribución normal; sin embargo, si la probabilidad de los valores extremos es equivalente a la probabilidad de los valores centrales, lo más recomendable sería utilizar una distribución uniforme.

concepto clave

Modelo de Monte Carlo (o método de ensayos estadísticos): técnica de simulación de situaciones inciertas que permite definir valores esperados para variables no controlables, mediante la selección aleatoria de valores.

El **modelo de Monte Carlo**, llamado también **método de ensayos estadísticos**, es una técnica de simulación de situaciones inciertas que permite definir valores esperados para variables no controlables, mediante la selección aleatoria de valores, donde la probabilidad de elegir entre todos los resultados posibles está en estricta relación con sus respectivas distribuciones de probabilidades.

En la actualidad se dispone de varios *software* que solucionan fácilmente esta tarea. Programas como Crystal Ball, Parisinet, SimulAr, permiten asignarle a determinadas variables un comportamiento aleatorio posible de definir por medio de una distribución de probabilidades que se elige de entre varias opciones que ofrece cada *software*: normal, triangular, uniforme, beta, lognormal, gamma, exponencial, pareto, etcétera.

De esta manera, el programa selecciona un valor aleatorio al azar para cada variable elegida, el cual es acorde con la distribución de probabilidades asignada a cada una. Al pedirle que ejecute, por ejemplo, mil iteraciones, permite obtener valores actuales netos, los cuales presenta en un resumen gráfico con los resultados de la simulación. Además de entregar información estadística, indica el porcentaje de escenarios en los que el VAN es igual o superior a cero.

Como se muestra en la figura 17.5, el uso de Crystal Ball[3] permite asignar dichas funciones probabilísticas a cada variable, ya sea en forma manual o automática, en el caso de que se disponga de antecedentes históricos que permitan vincular dicho comportamiento a una distribución probabilística. No obstante, aunque ello ocurra, es importante validar que el comportamiento histórico sea una correcta base de predicción del futuro; de lo contrario, deberá determinar su comportamiento en función de estimaciones subjetivas.

La estimación subjetiva del comportamiento esperado de una variable, obedece a la probabilidad que se le asigne a la ocurrencia de un determinado evento. Por ejemplo, si en el estudio de mercado de un proyecto se logra detectar que existen bajas barreras a la entrada, muchos demandantes y baja oferta, la probabilidad de que ingrese un nuevo actor a la industria se percibe particularmente alta, por lo tanto el nivel de exposición del proyecto a eventuales caídas de precio en el mercado también serían altas, en cuyo caso la distribución probabilística escogida para efectuar la simulación deberá necesariamente inclinarse por aquella que considere escenarios hacia la baja de precios, en vez de escenarios al alza, lo que podría asimilarse a una distribución Gamma o Lognormal, dependiendo de cuan categóricos fuesen los escenarios a la baja.

[3] Se analizará con más detalle el uso de esta aplicación en el capítulo 18, denominado Análisis de sensibilidad.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

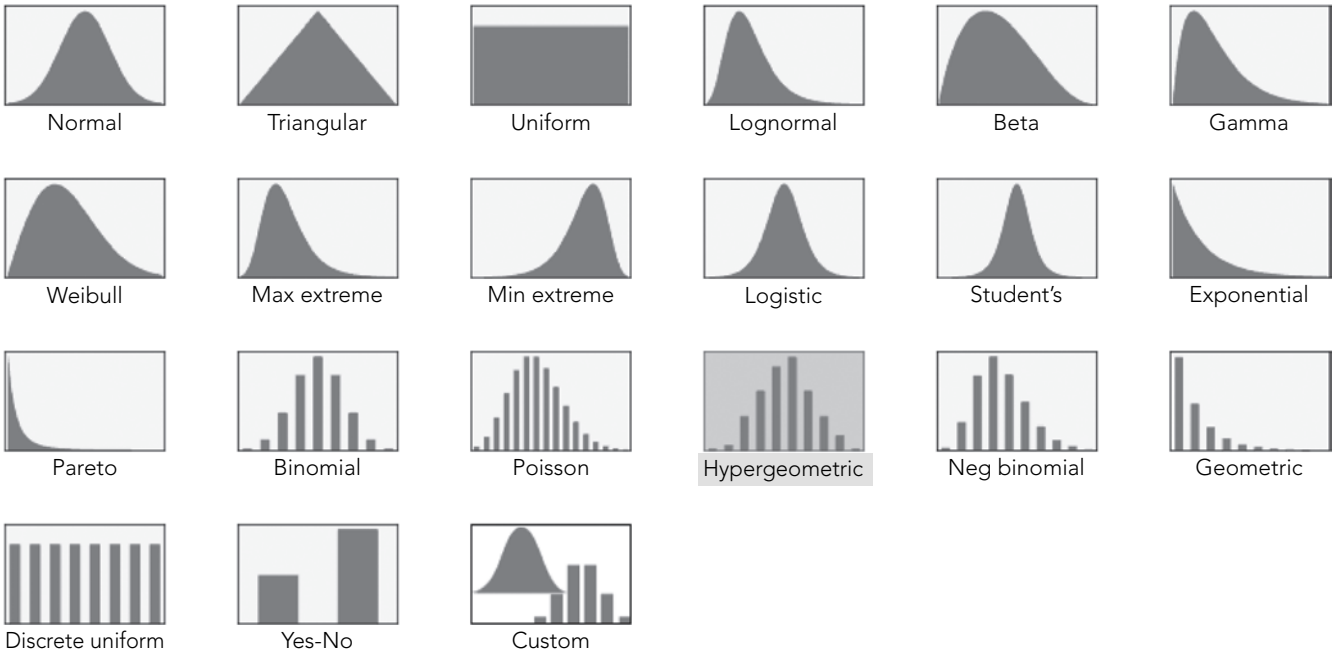


Figura 17.5

Al disponer cada variable de una distribución probabilística continua, la combinación de escenarios es infinita, por lo que presentar un análisis que considere el resultado de la evaluación bajo un escenario normal, pesimista u optimista, aduciendo a estas tres opciones, es absolutamente obsoleto. Lo correcto es efectuar un análisis de múltiples escenarios, donde no se trata de presentar miles de flujos de caja, que sí pudieran realizarse, sino de establecer la probabilidad de éxito del proyecto, entendiéndose por éxito el porcentaje de combinaciones que al menos permitan una condición de VAN igual a cero. Es conveniente recordar que un VAN igual a cero corresponde a una situación en la que se recupera la inversión y se obtiene la rentabilidad exigida al proyecto. Esta misma aplicación, como se verá en el capítulo siguiente, permite cuantificar la **variancia** y la **desviación estándar**. La desviación estándar se calcula mediante la expresión

17.1

$$\sigma = \sqrt{\sum_{xA1}^{n} (A_x = \overline{A})^2 \, P_x}$$

donde A_x es el flujo de caja de la posibilidad x, P_x es su probabilidad de ocurrencia, y es el valor esperado de la distribución de probabilidades de los flujos de caja, que se obtienen de

17.2

$$\overline{A} = \sum_{xA1}^{n} A_x P_x$$

Si $\overline{A}$ correspondiera al **valor esperado** del valor actual neto, ante igualdad de riesgo se elegirá el proyecto que exhiba el mayor valor esperado. Cuanto mayor sea la **dispersión esperada** de los resultados de un proyecto, mayores serán su desviación estándar y su riesgo.

Para ejemplificar la determinación del valor esperado y de la desviación estándar, supóngase la existencia de un proyecto que presente la siguiente distribución de probabilidades de sus flujos de caja estimados:

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Cuadro 17.1

X	Probabilidad	Flujo de caja
	P_x	A_x
1	0.30	2 000
2	0.40	2 500
3	0.30	3 000

Al aplicar la ecuación 17.2, se determina que el valor esperado de la distribución de probabilidades es de 2 500, que se obtiene de

Cuadro 17.2

$P_x * A_x$
$0.30 * 2\,000 = 600$
$0.40 * 2\,500 = 1\,000$
$0.30 * 3\,000 = 900$
$\bar{A} = 2\,500$

Al reemplazar con estos valores la ecuación 17.1, se calcula la desviación estándar en $387.30, que resulta de:

Cuadro 17.3

$A_x - \bar{A}$	$(A_x - \bar{A})$	$(A_x - \bar{A})^2$	$(A_x - \bar{A})^3 \times P_x$
2 000 − 2 500	− 500	250 000	(250 000) 0.30 = 75 000
2 500 − 2 500	0	0	(0) 0.40 = 0
3 000 − 2 500	+ 500	250 000	(250 000) 0.30 = 75 000
			Varianza = 150 000
			$\sigma = \sqrt{150\,000} = 387.30$

Si hubiera otra alternativa de inversión cuya desviación estándar fuese mayor que $387.30, su riesgo sería mayor, puesto que estaría indicando una mayor dispersión de sus resultados. La desviación estándar, como se verá más adelante, se utiliza para determinar la probabilidad de ocurrencia de un hecho. No es adecuado utilizarla como única medida de riesgo porque no discrimina en función del valor esperado. De esta manera, alternativas con valores esperados diferentes de sus retornos netos de caja pueden tener desviaciones estándares iguales, requiriéndose entonces una medición complementaria para identificar diferenciaciones en el riesgo.

El **coeficiente de variación** es, en este sentido, una unidad de medida de la **dispersión relativa**, que se calcula por la expresión

17.3
$$v = \frac{\sigma}{A}$$

Aunque las alternativas pudieran presentar desviaciones estándares iguales, si los valores esperados de sus flujos de caja son diferentes, este procedimiento indicará que cuanto mayor sea el coeficiente de variación, mayor será el riesgo relativo. Es decir,

www.fullengineeringbook.blogspot.com

recuerde y reflexione

comúnmente se dará preferencia a un proyecto más riesgoso solo si su retorno esperado es lo suficientemente más alto que el de un proyecto menos riesgoso.

Al reemplazar con los valores del ejemplo anterior, se tendría:

$$v = \frac{387.3}{2\,500} = 0.15$$

17.5. Otros métodos para tratar el riesgo

Para incluir el efecto del factor riesgo en la evaluación de proyectos de inversión, se han desarrollado diversos métodos o enfoques que no siempre conducen a un resultado idéntico. La información disponible es, una vez más, uno de los elementos determinantes en la elección de uno u otro método.

recuerde y reflexione

El criterio subjetivo es uno de los métodos comúnmente utilizados. Se basa en consideraciones de carácter informal de quien toma la decisión, sin incorporar específicamente el riesgo del proyecto, salvo en su apreciación personal.

Se ha intentado mejorar este método sugiriendo que se tenga en cuenta la expectativa media y la desviación estándar del VAN, lo cual, aunque otorga un carácter más objetivo a la inclusión del riesgo, no logra incorporarlo en toda su magnitud. De igual manera, el análisis de fluctuaciones de los valores optimistas y pesimistas más probables del rendimiento del proyecto solo disminuye el grado de subjetividad de la evaluación del riesgo, sin eliminarla.

Los métodos basados en mediciones estadísticas son quizá los que logran superar de mejor manera, aunque no definitivamente, el riesgo asociado con cada proyecto. Para ello, analizan la distribución de probabilidades de los flujos futuros de caja a fin de presentar los valores probables de los rendimientos y de la dispersión de su distribución de probabilidad a quien tome la decisión de aprobación o rechazo. En el apartado 17.4 se analizó este método para los casos de dependencia e independencia del flujo de caja respecto del tiempo.

Un método diferente de inclusión del riesgo en la evaluación es el del ajuste a la tasa de descuento. Con este método, el análisis se efectúa solo sobre la tasa pertinente de descuento, sin entrar a ajustar o evaluar los flujos de caja del proyecto. Si bien este método presenta serias deficiencias, en términos prácticos es un procedimiento que permite solucionar las principales dificultades del riesgo. Más adelante se aborda nuevamente este tema.

Frente a las desventajas (que posteriormente se analizarán) respecto del método del ajuste a la tasa de descuento y con similares beneficios de orden práctico, está el método de la equivalencia a certidumbre. Según este criterio, quien decide está en condiciones de determinar su punto de indiferencia entre flujos de caja y otros, obviamente mayores, sujetos a riesgo. Más adelante se destina un apartado a analizar este método.

Otro de los criterios que debe evaluarse es el de los valores esperados. Este método, conocido comúnmente como análisis del árbol de decisiones, combina las probabilidades de ocurrencia de los resultados parciales y finales para calcular el valor esperado de su rendimiento. Aunque no incluye directamente la variabilidad de los flujos de caja del proyecto, ajusta los flujos al riesgo en función de la asignación de probabilidades. Un apartado líneas adelante se ocupa de este procedimiento.

El último método que se estudia en este texto es el análisis de sensibilidad, que si bien es una forma especial de considerar el riesgo, se analiza como caso particular en el capítulo 18, por la importancia práctica que ha adquirido. La aplicación de este criterio permite definir el efecto que tendrían sobre el resultado de la evaluación cambios en uno o más de los valores estimados en sus parámetros.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

17.6. Método del ajuste a la tasa de descuento

recuerde y reflexione

Una forma de ajustar los flujos de caja consiste en hacerlo mediante correcciones en la **tasa de descuento**. A mayor riesgo, mayor debe ser la tasa para castigar la rentabilidad del proyecto. De esta manera, un proyecto rentable, evaluado en función de una tasa libre de riesgo, puede resultar no rentable si se descuenta a una tasa ajustada por este factor.

El principal problema de este método es determinar la tasa de descuento apropiada para cada proyecto. Por no considerar explícitamente información tan relevante como la distribución de probabilidades del flujo de caja proyectado, muchos autores definen este método como una aproximación imperfecta para incorporar el factor riesgo a los proyectos.

Para ajustar adecuadamente la tasa de descuento, se define una **curva de indiferencia del mercado**, cuya función relaciona el riesgo y los rendimientos con la tasa de descuento. La curva de indiferencia del mercado se ilustra en la figura 17.6, cuyos ejes representan la tasa de rendimiento necesaria y el riesgo expresado en términos de un coeficiente de variación.

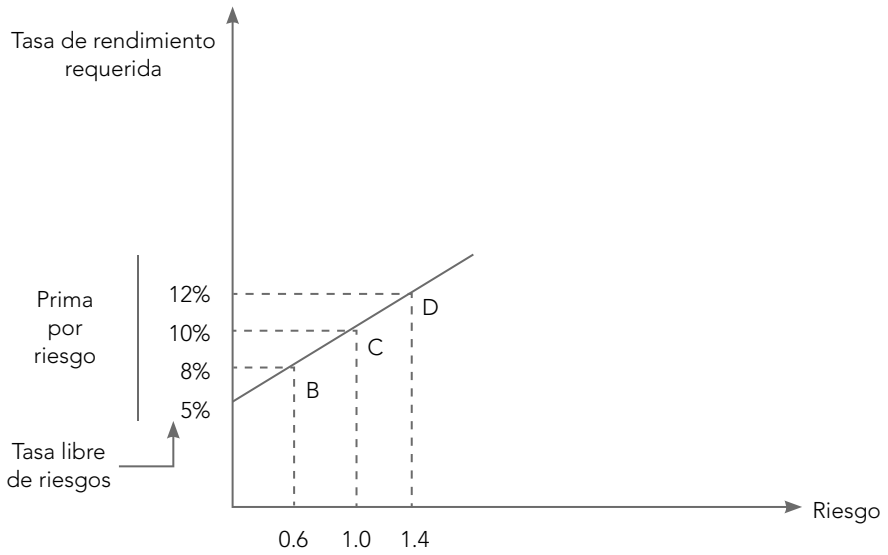


Figura 17.6 Curva de indiferencia del mercado.

La curva de indiferencia del mercado graficada indica que los flujos de caja asociados con un evento sin riesgo se descuentan a una tasa libre de riesgo de 5%, que corresponde a una situación de certeza. Los puntos B, C y D indican que para coeficientes de variación de 0.6, 1.0 y 1.4 se precisan tasas de descuento de 12, 10 y 8%, respectivamente. Al aumentar el riesgo de un proyecto se necesitan rendimientos mayores para que amerite aprobarse.

Así, el mayor grado de riesgo se compensa por una mayor tasa de descuento que tiende a castigar el proyecto. De acuerdo con esto, el cálculo del valor actual neto se efectúa mediante la siguiente ecuación:

17.4
$$VAN = \sum_{t=1}^{n} \frac{BN_t}{(1+f)^t} = I_0$$

donde BN_t son los beneficios netos del periodo t y f la tasa de descuento ajustada por riesgo, que resulta de aplicar la siguiente expresión:

17.5
$$f = i + p$$

www.fullengineeringbook.blogspot.com

donde *i* es la tasa libre de riesgo y *p* es la prima por riesgo que exige el inversionista para compensar una inversión con retornos inciertos.

La dificultad de este método reside en la determinación de la prima por riesgo. Al tener un carácter subjetivo, las preferencias personales harán diferir la tasa adicional por riesgo entre distintos inversionistas para un mismo proyecto. No obstante, en el capítulo 16 se analizó en detalle la metodología existente para un cálculo más certero de este aspecto.

concepto clave

Método del árbol de decisión: técnica gráfica que permite representar y analizar una serie de decisiones futuras de carácter secuencial a través del tiempo.

17.7. Método del árbol de decisión

El **método del árbol de decisión** es una técnica gráfica que permite representar y analizar una serie de decisiones futuras de carácter secuencial a través del tiempo.

Cada decisión se representa gráficamente por un cuadrado con un número dispuesto en una bifurcación del árbol de decisión. Cada rama que se origina en este punto representa una alternativa de acción. Además de los puntos de decisión, en este árbol se expresan, mediante círculos, los sucesos aleatorios que influyen en los resultados. A cada rama que parte de estos sucesos se le asigna una probabilidad de ocurrencia. Así, el árbol representa todas las combinaciones posibles de decisiones y sucesos, permitiendo estimar un valor esperado del resultado final, como un valor actual neto, utilidad u otro.

Supóngase, a manera de ejemplo, que se estudia el lanzamiento de un nuevo producto. Las posibilidades en estudio son introducirlo en el ámbito nacional o regional. Si se decide lanzar el producto regionalmente, es posible hacerlo luego en el ámbito nacional si el primer resultado así lo recomienda.

En la figura 17.7 se representa un diagrama de un árbol de decisión para este caso, en el cual cada ramificación conduce a un cierto valor actual neto diferente.

Para tomar la decisión óptima, se analizan los sucesos de las alternativas de decisión más cercanas al final del árbol, calculando el valor esperado de sus valores actuales netos y optando por aquella decisión que proporcione el mayor valor esperado del VAN. Por ejemplo, la última decisión de nuestro caso es la [2], que presenta dos sucesos de alternativa. El valor esperado del suceso (C) se calcula aplicando la ecuación 17.5, así:

$$0.60 \times 4\,000 = 2\,400$$
$$0.10 \times 1\,000 = 100$$
$$0.30 \times 2\,000 = (600)$$
$$\text{VE (VAN)} = 1\,900$$

que representa el valor esperado del VAN en el caso de ampliar la introducción en el ámbito nacional.

En el caso de continuar regionalmente, se obtiene, por el mismo procedimiento, el siguiente resultado:

$$0.60 \times 2\,000 = 1\,200$$
$$0.10 \times 1\,500 = 150$$
$$0.30 \times 1\,000 = 300$$
$$\text{VE (VAN)} = 1\,650$$

Por lo tanto, la decisión será ampliar nacionalmente, porque ella retorna un VAN esperado mayor.

La siguiente decisión se refiere a la introducción inicial. Si es regionalmente, existe 70% de posibilidades de que la demanda sea alta. Si así fuere, el VAN esperado sería de 1 900, que

www.fullengineeringbook.blogspot.com

correspondería al resultado de la decisión que se tomaría de encontrarse en ese punto de decisión. Aplicando el procedimiento anterior, se obtiene:

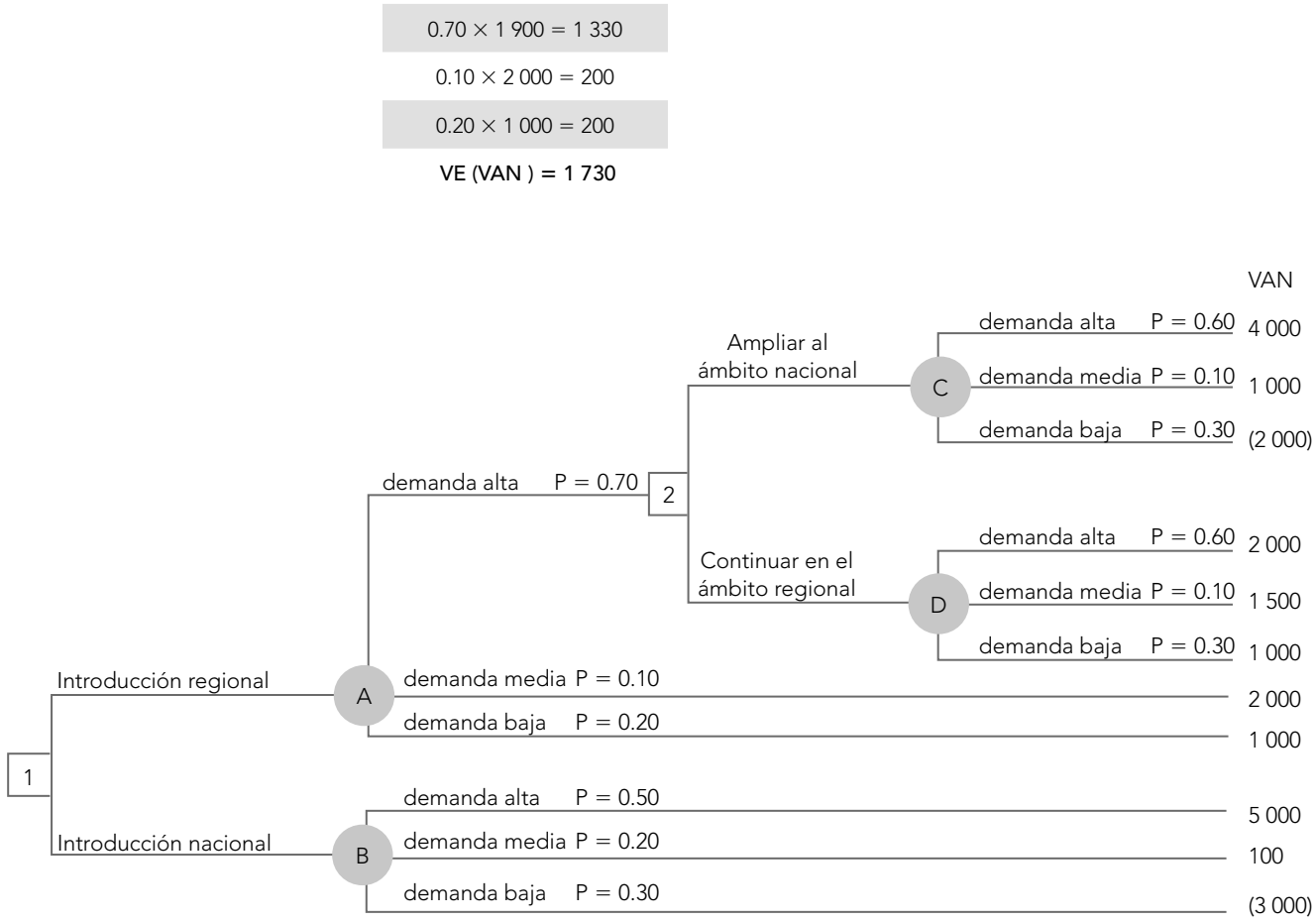

0.70 × 1 900 = 1 330
0.10 × 2 000 = 200
0.20 × 1 000 = 200
VE (VAN) = 1 730
VAN
demanda alta P = 0.60 4 000
Ampliar al ámbito nacional
C
demanda media P = 0.10 1 000
demanda baja P = 0.30 (2 000)
demanda alta P = 0.70
2
demanda alta P = 0.60 2 000
Continuar en el ámbito regional
D
demanda media P = 0.10 1 500
demanda baja P = 0.30 1 000
Introducción regional
A
demanda media P = 0.10 2 000
demanda baja P = 0.20 1 000
1
demanda alta P = 0.50 5 000
Introducción nacional
B
demanda media P = 0.20 100
demanda baja P = 0.30 (3 000)

Figura 17.7

Para la alternativa de introducción nacional se tendría:

$0.50 \times 5\,000 = 2\,500$

$0.20 \times 100 = 20$

$0.30 \times (3\,000) = (900)$

VE (VAN) = 1 620

En consecuencia, se optaría por una introducción inicial en el ámbito regional, que luego se ampliaría nacionalmente. Esta combinación de decisiones es la que maximiza el valor esperado de los resultados.

Este método, así tratado, no incluye el efecto total del riesgo, puesto que no considera la posible dispersión de los resultados ni las posibilidades de las desviaciones. En el ejemplo anterior, la decisión se hacía sobre la base de un valor actual neto promedio. Sin embargo, es fácil apreciar que, dependiendo de su grado de aversión al riesgo, algunos inversionistas podrían optar por continuar regionalmente.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Una manera de obviar este problema es mediante el procedimiento de medir los árboles de decisión probabilísticos que, además de las características señaladas, permiten que todas las cantidades, variables y sucesos aleatorios puedan representarse por distribuciones continuas de probabilidad. Asimismo, la información acerca del resultado de cualquier combinación de decisiones puede expresarse probabilísticamente, lo que permite su comparación, considerando sus respectivas distribuciones de probabilidad.

Resumen

En el capítulo anterior se analizaron los conceptos y los principales criterios de análisis de una inversión de capital cuando los flujos de caja del proyecto se conocían con certeza. En este capítulo ese supuesto se abandona, incorporando el factor riesgo a la decisión de inversión. Por riesgo se define la variabilidad de los flujos de caja reales respecto de los estimados. No obstante, resulta fundamental efectuar un proceso de identificación, clasificación y medición del riesgo. La identificación consiste en analizar las distintas fuentes de riesgo, las cuales pueden ser internas, ya sea por las mismas debilidades de la empresa que emprende el proyecto, o externas, determinadas por el contexto interno, los distintos mercados con los que se relaciona o por el contexto internacional. La clasificación del riesgo consiste en determinar aquellos escenarios que generan mayor impacto en el resultado del proyecto, es decir, los que presentan una alta probabilidad de ocurrencia y una alta sensibilidad frente a pequeñas variaciones en su comportamiento. Su medición se realiza obteniendo la desviación estándar de la distribución de probabilidades de los posibles flujos de caja. Sin embargo, para ello es importante determinar cuál o cuáles variables económicas del proyecto se verían afectadas en caso de ocurrir un determinado escenario y cuál podría ser el rango de comportamiento que eventualmente podría tener. Dependiendo de la probabilidad de ocurrencia del rango, se seleccionará la distribución probabilísticas que mejor se adapte.

Para la evaluación de proyectos riesgosos, pueden utilizarse diversos enfoques a fin de incorporar el efecto asociado al riesgo. Un método para realizar lo anterior es el de ajustar la tasa de descuento conforme a una tasa adicional correspondiente a una prima por riesgo. Este método obedece al principio básico de que a mayor riesgo, mayor rentabilidad deberá exigírsele al proyecto. Como se analizó en detalle en el capítulo 16, esta compensación de riesgo puede determinarse por las expectativas deseadas de retorno del inversionista, o bien, mediante metodologías comúnmente aceptadas para ello, como el CAPM.

Los métodos probabilísticos parecen ser conceptualmente los más adecuados, aunque subsiste en ellos el problema de calcular una probabilidad de ocurrencia que sea confiable. No obstante lo anterior, un correcto análisis empírico del comportamiento de la variable, complementado con métodos subjetivos basados en relaciones causales de la interacción de múltiples variables –por ejemplo, variables políticas, macroeconómicas, sociales, culturales, ambientales, tecnológicas y regulatorias– permiten obtener un buen grado de aproximación a la distribución probabilística esperada.

Otro criterio de análisis que se definió fue el árbol de decisiones, el cual, combinando las probabilidades de ocurrencia de los resultados parciales y finales estimados, calcula el valor esperado del resultado de las distintas alternativas posibles.

Preguntas y problemas

1. Explique cómo abordar la problemática del riesgo en la evaluación de proyectos.
2. Explique las diferencias entre fuentes de riesgo internas y externas.
3. ¿Por qué la desviación estándar del flujo de caja de una inversión podría no ser una unidad de medida adecuada del riesgo del proyecto?
4. ¿Cómo podría llegarse a igual resultado ajustando la tasa de descuento o los flujos de caja de un proyecto por el efecto riesgo?

www.fullengineeringbook.blogspot.com

5. ¿Qué validez le asigna usted al criterio subjetivo en el tratamiento del riesgo? ¿Estimar probabilidades de ocurrencia para un flujo de caja no sería en parte una aplicación del criterio subjetivo?
6. ¿En qué casos se recomienda el uso del árbol de decisiones?
7. Al estimar una propuesta de inversión se consideraron los siguientes flujos de caja anuales, dependiendo de la situación económica esperada del país:

Situación económica esperada	Flujo de caja anual	
	Probabilidad	Flujo
Recesión alta	0.10	70 000
Recesión moderada	0.25	100 000
Crecimiento normal	0.30	150 000
Sobrecrecimiento moderado	0.25	200 000
Crecimiento alto	0.10	230 000

Determine:

a) El valor esperado de la distribución.
b) La desviación estándar.
c) El coeficiente de variación.

¿Qué significa cada uno de estos conceptos? ¿Cómo se utilizan en la medición del riesgo?

Comente las siguientes afirmaciones:

a) La desviación estándar es útil para calcular el riesgo solo si se emplea en el cálculo de la variable estandarizada para determinar un área bajo una distribución normal.
b) El riesgo se refiere a la situación en la cual existe más de un posible curso de acción para una decisión, y la probabilidad de cada resultado específico no se conoce y no puede estimarse.
c) El análisis de riesgo en los proyectos tiene la propiedad de reducir la incertidumbre de sus resultados.
d) La rentabilidad del proyecto y la rentabilidad del inversionista será la misma si la tasa de descuento que se utiliza es igual a la tasa del costo del crédito.
e) En el análisis de alternativas tecnológicas, la tasa de descuento que debe aplicarse es la del costo del crédito en una empresa en funcionamiento, cuando se sabe que el proyecto podría obtener financiamiento externo para su adquisición. Por otra parte, el valor de desecho que se utilizará deberá ser el económico, considerando que la empresa seguirá en funcionamiento después de la adquisición de la nueva tecnología.
f) Cuanto mayor sea la tasa de descuento, menor será la rentabilidad del proyecto.
g) Un proyecto que requiere una gran inversión en activos fijos es menos riesgoso que otro que requiere una menor inversión, puesto que los activos, al liquidarse, le dan mayor seguridad de recuperación al inversionista.
h) En la medida en la que la mezcla de financiamiento óptima para el proyecto implique un costo financiero ponderado inferior a la tasa de descuento exigida por el inversionista a su dinero, la rentabilidad del proyecto siempre aumentará.
i) La búsqueda del financiamiento óptimo para el proyecto significa optar por la tasa más baja existente en el mercado.
j) Un inversionista decía: "Cuanto más financie el proyecto con capital, mayor rentabilidad tendré."
k) El análisis de riesgo nos lleva a concluir que las inversiones están sometidas a fluctuaciones cuya probabilidad de ocurrencia puede calcularse matemáticamente. Conocido este resul-

www.fullengineeringbook.blogspot.com

tado, debemos incorporarlo necesariamente a la tasa de descuento. Si los grados de probabilidad de ocurrencia tienen variaciones cíclicas en relación con el tiempo del horizonte del proyecto, deberá utilizarse el mecanismo de tasas múltiples a fin de dejar constancia de las fluctuaciones previstas.

Material complementario

Ejercicios recomendados del texto complementario: José Manuel Sapag, *Evaluación de proyectos*, *guía de ejercicios*, *problemas y soluciones*, McGraw-Hill, 3a. ed., 2007:

50. Fábrica de neumáticos, **51.** S&F, **52.** Transporte ferroviario, **53.** Cámara de congelado, **54.** Extracción de arena, **63.** Granja educativa

Bibliografía

Alexander, G. J., W. F. Sharpe y J. V. Bailey, *Fundamentos de inversiones: teoría y práctica*, Pearson Educación, 2010.

Bierman, H. y W. Hausman, "Resolución de la incertidumbre en el tiempo" en *Administración de empresas*, vol. IV-B, 1974.

Brigham, E. F. y J. F. Houston, *Fundamentals of Financial Management*, Thomson/South-Western, 2007.

Brigham, E. F. y M. C. Bhrhardt, *Financial Management Theory and Practice*, Cengage Learning, 2010.

Canada, John R., *Técnicas de análisis económico para administradores e ingenieros*, Diana, México, 1980.

Herrera, Beatriz, *Acerca de la tasa de descuentos en proyectos*, 2011.

Hillier, Frederick, "The Derivation of Probabilistic Information for the Evaluation of Risky Investments" en *Management Science*, vol. IX, 1963, pp. 443-457.

Horngren, C. T., G. Foster, S. M. Datar y Teall H. D., *Cost Accounting: A Managerial Emphasis*, Pearson Education Canada, 2003.

Naciones Unidas, *Evaluación de inversiones bajo incertidumbre: teoría y aplicaciones a proyectos en Chile*, United Nations Publications, 2010.

Pareja, I. V., *Decisiones empresariales bajo riesgo e incertidumbre*, Norma, 2003.

_____, "La incertidumbre y el riesgo en la evaluación de proyectos de inversión" en *Administración de empresas*, vol. I, p. 139.

Robichek, A. A. y S. C. Myers, "Conceptual Problems in the Use of Risk-Adjusted Discount Rates" en *Journal of Finance*, diciembre, 1966, pp. 727-736.

Sapag, José, "Cómo abordar la problemática del riesgo en la evaluación de proyectos", edición digital 2013.

Weston F. y E. Brigham, *Finanzas en administración*, vols. 1 y 2, McGraw-Hill, 1995.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Capítulo 18

Análisis de sensibilidad

En los capítulos precedentes se ha tratado el tema de la evaluación de proyectos en condiciones de incertidumbre y riesgo. En ambos casos, la evaluación se realiza sobre la base de antecedentes escasos o nada controlables por parte de la organización que pudiera implementar el proyecto. Es necesario, entonces, que al formular un proyecto se entreguen los máximos antecedentes para que quien deba tomar la decisión de emprenderlo disponga de los elementos de juicio suficientes para ello.

Con este objetivo, y con una manera de agregar información a los resultados pronosticados del proyecto, puede desarrollarse un análisis de sensibilidad que permita medir cuán sensible es la evaluación realizada a variaciones en uno o más parámetros decisorios. Parte de la metodología para ello fue lo que se trató en el capítulo anterior.

En este capítulo, se presentan distintos modelos de sensibilización que pueden aplicarse directamente a las mediciones del valor actual neto, de la tasa interna de retorno, del periodo de recuperación y de cualquier otro parámetro que quisiera sensibilizarse. Aunque todos los modelos aquí presentados son de carácter económico, la sensibilización es aplicable al análisis de cualquier variable del proyecto, como la localización, el tamaño o la demanda.

18.1. Consideraciones preliminares

La importancia del **análisis de sensibilidad** radica en el hecho de que los valores de las variables que se han utilizado para llevar a cabo la evaluación del proyecto pueden tener desviaciones con efectos de consideración en la medición de sus resultados. Tomar decisiones bajo riesgo necesariamente lleva implícita la idea de que existen escenarios no necesariamente favorables.

recuerde y reflexione

Los resultados de la evaluación del proyecto serán sensibles a las variaciones de uno o más parámetros si la decisión inicial cambia al incluir estas variaciones en el criterio de evaluación empleado.

El análisis de sensibilidad, por medio de los diferentes modelos que se definirán posteriormente, revela el efecto que tienen las variaciones sobre la rentabilidad en los pronósticos de las variables relevantes.

Visualizar qué variables tienen mayor efecto en el resultado frente a distintos grados de error en su estimación permite decidir acerca de la necesidad de realizar estudios más profundos de esas variables a fin de mejorar las estimaciones y reducir el grado de riesgo por error. En este sentido, la matriz de riesgo analizada en el capítulo anterior permite saber sobre qué variables deberá efectuarse el análisis de sensibilidad, pues esta herramienta tiene la característica de generar altos volúmenes de información, aunque si no son canalizados con la debida relevancia, terminan confundiendo a los tomadores de decisiones.

La repercusión que un error de estimación de una variable tiene sobre el resultado de la evaluación varía según el momento de la vida económica del proyecto. Sin embargo, son más frecuentes las equivocaciones en las estimaciones futuras debido a lo incierta que resulta la

www.fullengineeringbook.blogspot.com

conceptos claves

Análisis unidimensional: análisis de sensibilización que se aplica a una sola variable.

Análisis multidimensional: análisis de sensibilización que examina los resultados que se producen por la incorporación simultánea de dos o más variables relevantes.

proyección de cualquier variable incontrolable, como los cambios en los niveles de los precios reales del producto o de sus insumos.

Dependiendo del número de variables que se sensibilicen simultáneamente, el análisis puede clasificarse como unidimensional o multidimensional. En el **análisis unidimensional**, la sensibilización se aplica a una sola variable, mientras que en el **análisis multidimensional** se examinan los resultados que se producen por la incorporación simultánea de dos o más variables relevantes.

Aunque la sensibilización se aplica sobre las variables económico-financieras contenidas en el flujo de caja del proyecto, su ámbito de acción puede comprender cualquiera de las variables técnicas o de mercado, que son, en definitiva, las que configuran la proyección de los estados financieros. En otras palabras, la sensibilización de factores como la localización, el tamaño o la tecnología se reduce al análisis de sus inferencias económicas en el flujo de caja.[1]

18.2. Modelo unidimensional de la sensibilización del VAN

El **análisis unidimensional de la sensibilización del VAN** determina hasta dónde puede modificarse el valor de una variable para que el proyecto siga siendo rentable.

Si en la evaluación del proyecto se concluyó que en el escenario proyectado como el más probable el VAN era positivo, es posible preguntarse hasta dónde puede bajarse el precio o caer la cantidad demandada o subir un costo, entre otras posibles variaciones, para que ese VAN positivo se haga cero. Se define el VAN de equilibrio como cero por ser el nivel mínimo de aprobación de un proyecto, pues corresponde a un punto donde no solo se recupera la inversión, sino que además se obtiene la rentabilidad exigida. De aquí que al hacer el VAN igual a cero se busca determinar el punto de quiebre o variabilidad máxima de una variable que resistiría el proyecto. También podría hablarse de variabilidad mínima si se trata de parámetros positivos en el flujo de caja, como el precio de venta del producto o la demanda. Por ello, este modelo pretende determinar las fronteras, o puntos máximos o mínimos, del comportamiento de las principales variables del proyecto.

recuerde y reflexione

Cabe señalar que la herramienta de **punto de equilibrio** —donde se plantea la búsqueda del precio o cantidad que permite igualar los ingresos totales con los costos totales— difiere del análisis de sensibilidad unidimensional porque el primero es una herramienta de corto plazo y el segundo es un instrumento de análisis de largo plazo, pues en este último el modelo incorpora, además de los costos directos y gastos de administración, los costos de inversión y el costo de capital; en cambio, la herramienta de punto de equilibrio de corto plazo solo incorpora los costos directos y administrativos.

Como su nombre lo indica, y aquí radica la principal limitación del modelo, solo puede sensibilizarse una variable por vez.

El principio fundamental de este modelo define a cada elemento del flujo de caja como el de más probable ocurrencia; de ahí el nombre de caso base. Por ello la sensibilización de una variable siempre se hará sobre esta evaluación preliminar.[2]

Como se planteó en el capítulo 15, el VAN es la diferencia entre los flujos de ingresos y egresos actualizados del proyecto. Por lo tanto, para que el VAN sea igual a cero, debe cumplirse que:

[1] Una aplicación importante de la sensibilización se realiza para comparar opciones de inversión; por ejemplo, al determinar con qué nivel de operación una alternativa tecnológica deja de ser la más rentable porque, a partir de ese punto, otra exhibe un mayor valor actual neto. Otro caso similar es cuando la sensibilización se aplica para cuantificar el número de horas de trabajo más conveniente para la contratación de un segundo turno en contraposición al pago de sobretiempo.

[2] Nótese que si se sensibiliza una variable cualquiera, se determina su máxima variación para que el proyecto siga siendo rentable y se incluye este valor en el flujo para sensibilizar otra variable, esta última necesariamente tendrá que mantenerse inalterable, puesto que aquella ya ha llevado el VAN a su límite cero.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

18.1
$$0 = \sum_{t=1}^{n} \frac{Y_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^{n} \frac{E_t}{(1+i)^t} - I_0$$

donde

$I_0 =$ inversión inicial
$Y_t =$ ingresos del periodo t
$E_t =$ egresos del periodo t
$i =$ tasa de descuento
$t =$ periodo

Esta fórmula deberá desagregarse en función de las variables que se van a sensibilizar. Supóngase, por ejemplo, que se desea determinar las máximas variaciones posibles en los precios de la materia prima y en el volumen de producción y ventas.

Al descomponer la ecuación 18.1 de manera que contenga expresamente los dos elementos que se desea sensibilizar, se llega a la siguiente expresión, que resume los diferentes componentes de un flujo de caja:

18.2
$$0 = \left(\sum_{t=1}^{n} \frac{p \cdot q}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^{n} \frac{cv \cdot q}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^{n} \frac{C}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^{n} \frac{Dep}{(1+i)^t} - \frac{VL}{(1+i)^t} \right)(1-K)$$
$$+ \sum_{C=1}^{n} \frac{Dep}{(1+i)^t} - \frac{VL}{(1+i)^t} - I_0 - \frac{I_j}{(1+i)^t} - I_{CT} + \frac{I_{CT}}{(1+i)^m} + \frac{VD}{(1+i)^m}$$

Dado que la ecuación se desagregó en función de sensibilizar el precio o la cantidad producida y vendida, supóngase un flujo de caja en el cual el precio (p) es de \$100 la unidad, la producción y ventas (q) es de 10 000 unidades anuales, el costo variable (cv) unitario es de \$30, el costo fijo (Cf) anual es de \$150 000 y la depreciación (Dep) durante los 10 años de evaluación, de \$100 000. Se supondrá que al término del séptimo año ($j = 7$) deberá reemplazarse un activo cuyo precio de venta (Veq) será de \$250 000, su valor libro (VL) será de \$150 000 y la inversión en su reposición (Ij), de \$500 000. Para llevar a cabo el proyecto, deberán hacerse inversiones por \$1 200 000 en capital fijo (I) y por \$300 000 en capital de trabajo (CT). El valor de desecho del proyecto (VD) se estimará en \$400 000. La tasa de impuesto (k) a las utilidades es de 10% y la de costo de capital (i), de 20%. Se agregó, al final del flujo, una columna adicional que muestra el resultado de la actualización de cada cuenta del flujo. Al reemplazar la ecuación 18.2 con los valores obtenidos, exceptuando los ingresos por contener la variable precio por sensibilizar, se obtiene:

18.2*a*
$$0 = \left(\sum_{t=1}^{10} \frac{p \cdot q}{(1+i)^t} + 69\,770 - 1\,257\,742 - 628\,871 - 419\,247 - 41\,862 \right)(0,9)$$
$$+ 419\,247 + 41\,862 - 1\,200\,000 - 139\,541 - 251\,548 + 64\,602$$

Dado que el modelo asume como constante la variable por sensibilizar,

$$\sum_{t=1}^{10} \frac{p \cdot q}{(1+i)^t}$$

puede expresarse como

$$p \sum_{t=1}^{m} \frac{q}{(1+i)^t} = p \sum_{t=1}^{m} \frac{10\,000}{(1+i)^t} = 41\,925p$$

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Reemplazando con esto la ecuación 18.2a después de agrupar términos, se obtiene lo siguiente:

$$0 = (41.925p - 2.277.952)(0{,}9) - 1.065.378$$

Reemplazando con esto la ecuación 18.2a después de agrupar términos, se obtiene lo siguiente:

$$0 = (41\,925p - 2\,277\,952)(0.9) - 1\,065\,378$$

de donde resulta que:

$$0 = 37\,733p - 2\,050\,157 - 1\,065\,378$$

Cuadro 18.1

Concepto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Valor actual
Ingresos		1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	4 192.47
Venta equipos								250				69.77
Costo variable		(300)	(300)	(300)	(300)	(300)	(300)	(300)	(300)	(300)	(300)	(1 257.74)
Costo fijo		(150)	(150)	(150)	(150)	(150)	(150)	(150)	(150)	(150)	(150)	628.87
Depreciación		(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(419.25)
Valor libro								(150)				(41.86)
Unidad bruta		450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	1 914.52
Impuesto		(45)	(45)	(45)	(45)	(45)	(45)	(45)	(45)	(45)	(45)	(191.45)
Utilidad neta		405	405	405	405	405	405	495	405	405	405	1 723.07
Depreciación		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	419.25
Valor libro								150				41.86
Inversión	(1 200)											(1 200.00)
Reemplazo								(500)				(139.54)
Capital de trabajo	(300)										300	(251.55)
Valor de desecho											400	64.60
Flujo de caja	**(1 500)**	**505**	**505**	**505**	**505**	**505**	**505**	**245**	**505**	**505**	**1 205**	**657.69**

Por lo tanto, al despejar la variable p, el precio que hace que se cumpla la igualdad es igual a $82.57. Esto indica que el precio puede caer hasta en 17.43% para que, al vender 10 000 unidades, se alcance un VAN igual a cero.

Para calcular la cantidad producida y vendida que hace al VAN igual a cero, deberá procederse de igual manera, observándose que la variable q se encuentre tanto en la cuenta de ingresos como en la de costos variables.

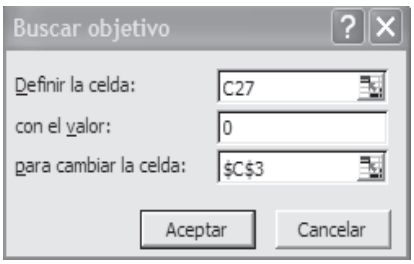
www.fullengineeringbook.blogspot.com

recuerde y reflexione

El mismo procedimiento se sigue para sensibilizar cualquier otra variable. El resultado siempre indicará el punto o valor límite que puede tener el factor sensibilizado para que el VAN sea cero. La única limitación del modelo es que el índice *t* deja de ser relevante en la variable analizada, puesto que adoptará siempre un valor constante.[3]

En una planilla de cálculo Excel, por ejemplo, pueden obtenerse fácilmente los valores límites de las variables por sensibilizar. Por ejemplo, en el menú *Herramientas* se selecciona *Buscar objetivo*. En la pantalla desplegada se anota en *Definir* la celda donde está calculado el VAN; en *Con el valor* se anota 0, que es el VAN buscado, y en *Para cambiar la celda*, se anota la celda donde se encuentra la referencia que debe sensibilizarse. Por ejemplo, si el precio de venta está en la celda B2 y todos los ingresos anuales están expresados como función de ella, esta celda es la que debe anotarse.

Cabe señalar que para que el análisis sea correcto la celda asociada a la variable que se desee sensibilizar, por ejemplo precio, debe estar referenciada con todas las celdas que dependan de dicha variable, de manera que al mover el valor de esa celda, cambien todas las partidas que estén relacionadas con el precio.



Pulsando **Aceptar** se obtiene el resultado esperado, el que en el ejemplo representaría el menor precio mínimo por tonelada que resiste el proyecto para seguir siendo recomendable. Cabe recordar que ese precio representa aquel precio que permitiría recuperar la inversión y obtener la rentabilidad anual exigida, por lo que el incremento en la riqueza del inversionista por sobre la rentabilidad exigida es cero (VAN = 0).

18.3. Modelo bidimensional de la sensibilización del VAN

concepto clave

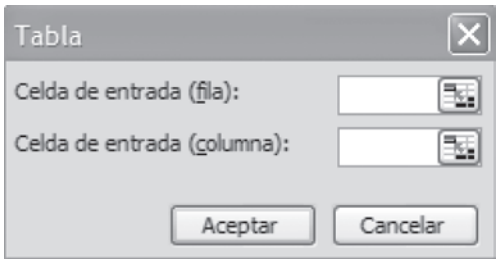
Análisis de sensibilidad bidimensional: busca establecer los resultados posibles del proyecto, tomando en consideración cambios en las dos variables de mayor incidencia.

El **análisis de sensibilidad bidimensional** busca establecer los resultados posibles del proyecto, tomando en consideración cambios en las dos variables de mayor incidencia. Para ello, en primera instancia deberán determinarse las dos principales variables que mayor incidencia tienen en el resultado del proyecto. En este sentido, la matriz de riesgo, construida a partir de la clasificación del riesgo, constituye un buen punto de partida. En segundo orden, deberá establecerse el rango de comportamiento de la variable, es decir, identificar cuál correspondería al mejor escenario y cuál al más adverso. Por último, deberá trabajarse en establecer los saltos discretos que tendrán las variables, es decir, las magnitudes de los intervalos. Mientras más sensible sea la variable al resultado, menores deberán ser las diferencias de intervalo.

Para hacer correr el modelo de sensibilización, deberá trabajarse sobre una planilla Excel. Se inicia activando el comando *Datos* en el menú de la planilla. Una vez activado, debe seleccionarse el comando Tabla, donde aparecerá el siguiente recuadro:

[3] Resulta obvio que la sensibilización con este modelo aplicada sobre la TIR es innecesaria, puesto que al buscarse la TIR que iguale a la tasa de descuento se llegará a idénticos valores que al hacer el VAN igual a cero. Por definición, el VAN es cero cuando la TIR es igual a la tasa de descuento. De aquí que pueda afirmarse que el cálculo de la TIR es un análisis de sensibilidad de la tasa de costo de capital.

www.fullengineeringbook.blogspot.com



En la Celda de entrada (fila), debe seleccionarse la variable que determina los escenarios de la fila, que, por ejemplo, podría corresponder a los precios por tonelada; y en la Celda de entrada (columna), debe asignarse la variable que determina los escenarios de la columna, que, por ejemplo, podría corresponder a los costos unitarios de operación. Ello da origen a los datos del cuadro 18.2, de acuerdo con los escenarios planteados:

Cuadro 18.2

		Escenarios de precios de venta					
Escenarios de costos de producción por tonelada producida		110	120	130	140	150	160
	(115)	(208 623)	(171 654)	(134 685)	(97 716)	(60 747)	(23 778)
	(110)	(190 139)	(153 170)	(116 201)	(79 232)	(42 263)	(5 294)
	(105)	(171 654)	(134 685)	(97 716)	(60 747)	(23 778)	13 191
	(100)	(153 170)	(116 201)	(79 232)	(42 263)	(5 294)	31 675
	(95)	(134 685)	(97 716)	(60 747)	(23 778)	13 191	50 160
	(90)	(116 201)	(79 232)	(42 263)	(5 294)	31 675	68 644
	(85)	(97 716)	(60 747)	(23 778)	13 191	50 160	87 129
	(80)	(79 232)	(42 263)	(5 294)	31 675	68 644	105 613
	(75)	(60 747)	(23 778)	13 191	50 160	87 129	124 097
	(70)	(42 263)	(5 294)	31 675	68 644	105 613	142 582
	(65)	(23 778)	13 191	50 160	87 129	124 097	161 066
	(60)	(5 294)	31 675	68 644	105 613	142 582	179 551
	(55)	13 191	50 160	87 129	124 097	161 066	198 035
	(50)	31 675	68 644	105 613	142 582	179 551	216 520
	(45)	50 160	87 129	124 097	161 066	198 035	235 004
	(40)	68 644	105 613	142 582	179 551	216 520	253 489
	(35)	87 129	124 097	161 066	198 035	235 004	271 973
	(30)	105 613	142 582	179 551	216 520	253 489	290 458
	(25)	124 097	161 066	198 035	235 004	271 973	308 942

Como puede observarse, el escenario que combina un precio por tonelada de $150 con un costo de $70 da origen a un VAN de $105 613, que correspondería al VAN del caso base, es decir, a los parámetros estimados originalmente en el estudio. Por ello destaca del resto. Los

www.fullengineeringbook.blogspot.com

valores restante corresponden a estimaciones de VAN que combinan precios por tonelada con costos de producción.

18.4. Modelo multidimensional de la sensibilización del VAN y simulación de Monte Carlo

concepto clave

Análisis de sensibilidad multidimensional: además de incorporar el efecto combinado de dos o más variables, busca determinar de qué manera varía el VAN frente a cambios en los valores de esas variables, como una forma de definir el efecto que pueden tener en los resultados de la evaluación posibles errores cometidos en las estimaciones.

La operatividad de los modelos de sensibilización radica en la mayor o menor complejidad de sus procedimientos. El **análisis de sensibilidad multidimensional**, a diferencia del unidimensional, además de incorporar el efecto combinado de dos o más variables, busca determinar de qué manera varía el VAN frente a cambios en los valores de esas variables, como una forma de definir el efecto que pueden tener en los resultados de la evaluación posibles errores cometidos en las estimaciones.

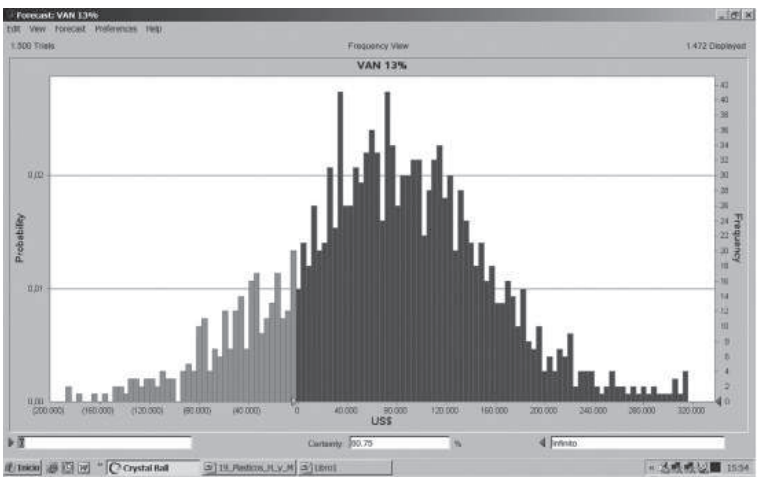
La **simulación de Monte Carlo** permite considerar una gran cantidad de combinaciones posibles respecto de las variables que afectan los resultados de un proyecto o negocio. Es una técnica basada en la simulación de distintos escenarios inciertos, lo que permite estimar los valores esperados para las distintas variables no controlables, por medio de una selección aleatoria en la cual la probabilidad de escoger entre todos los resultados posibles está en estricta relación con sus respectivas distribuciones de probabilidades.

recuerde y reflexione

Esta herramienta permite otorgar una mayor base científica a las predicciones sobre las que se fundamenta la toma de decisiones. Es muy útil en los procesos de toma de decisiones, así como en la formulación de estrategias y planes de acción.

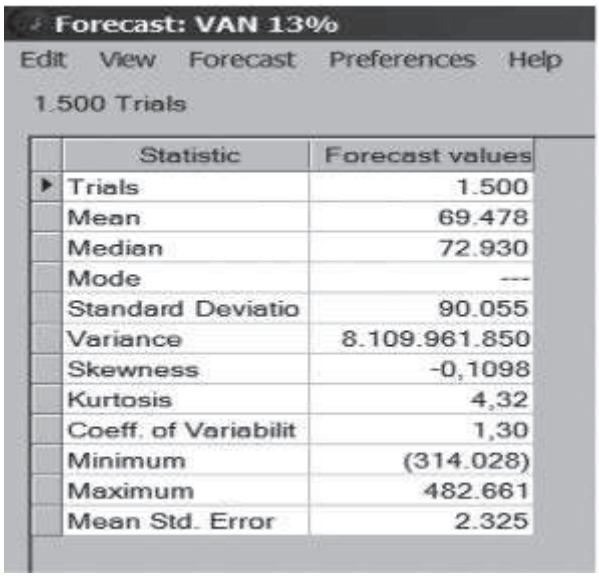
Para la implementación de la aplicación computacional, se recomienda la utilización de algún *software*, con el cual podrá obtenerse la sensibilización de un modo bastante sencillo. Los principales pasos consisten en identificar las variables críticas que se quiere sensibilizar; asignar una distribución de probabilidad a dichas variables, junto con un valor promedio y una desviación estándar; definir la variable que quiere medirse como resultado, por ejemplo, el valor de mercado de la compañía o el VAN del proyecto; y, finalmente, determinar el número de escenarios por simular los cuales dependerán del nivel de confianza y error permitidos.

Con todo ello se obtiene el valor más probable de la compañía o el VAN esperado del proyecto, dados todos los escenarios iterados en la simulación, además del respectivo intervalo dentro del cual podría caer el valor de la empresa y su determinada probabilidad de ocurrencia asociada. A continuación se muestra cómo quedaría una función de distribución de probabilidades acumuladas para el VAN de un proyecto cualquiera, en el cual el principal aporte podría ser la pregunta: ¿cuál es la probabilidad de que el VAN sea mayor que cero? En este ejemplo, 80 por ciento.



www.fullengineeringbook.blogspot.com

Adicionalmente, se podrán conocer indicadores estadísticos que apoyen el análisis y la toma de decisiones, como por ejemplo, la distribución probabilística entre el peor y el mejor escenarios clasificados en percentiles.



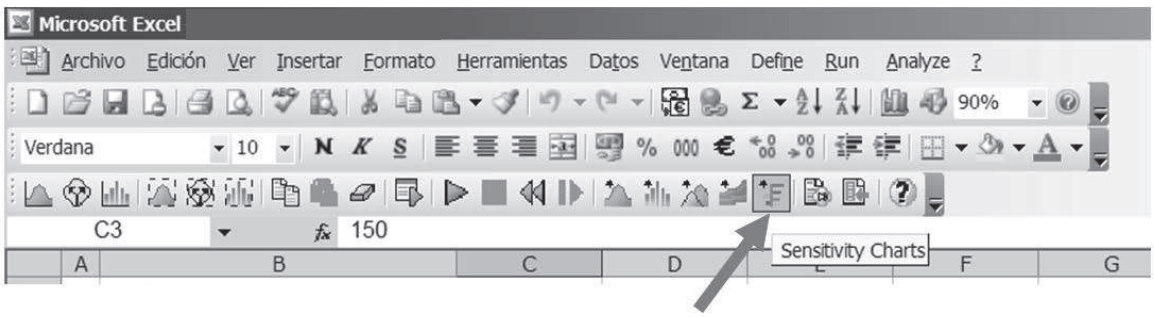
Forecast: VAN 13%

Edit View Forecast Preferences Help

1.500 Trials

Statistic	Forecast values
Trials	1.500
Mean	69.478
Median	72.930
Mode	---
Standard Deviatio	90.055
Variance	8.109.961.850
Skewness	-0,1098
Kurtosis	4,32
Coeff. of Variabilit	1,30
Minimum	(314.028)
Maximum	482.661
Mean Std. Error	2.325

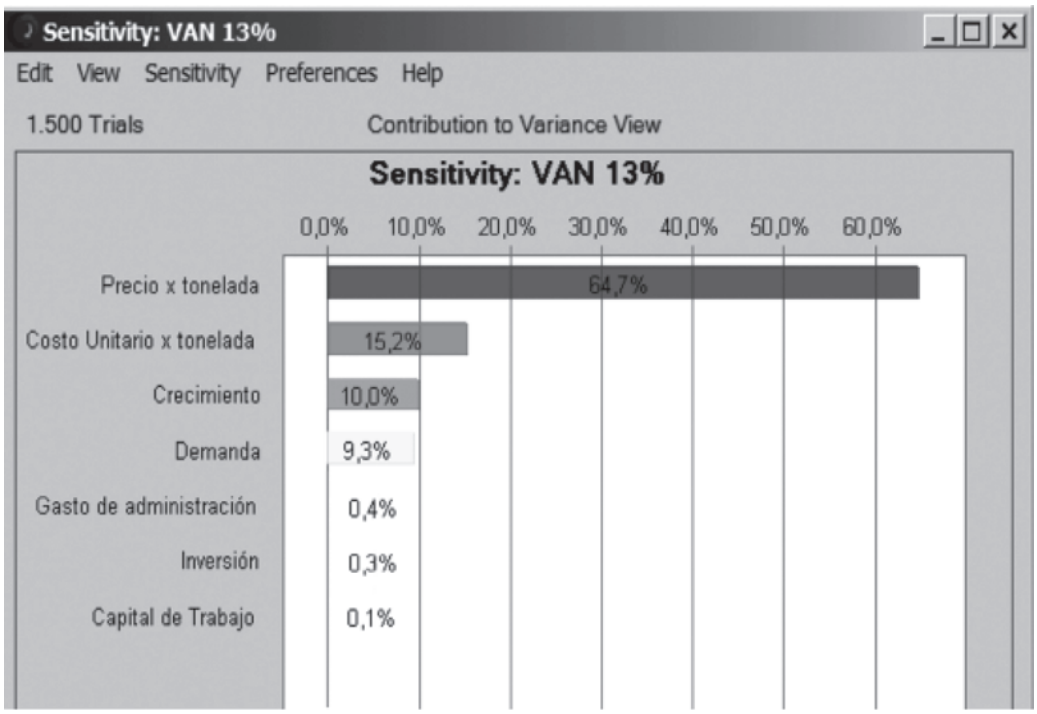
Como se indicó anteriormente, esta herramienta permite observar cómo afectan las distintas variables del proyecto al VAN o al resultado que se quiera medir, es decir, qué tan sensible es el resultado del negocio a cada una de ellas. Para ello debemos hacer un "clic" en el icono denominado Sensitivity Charts, tal como se aprecia en el siguiente recuadro:



Particularmente en este caso, se observa que el precio por tonelada tiene una sensibilidad o correlación de 64.7% sobre el resultado, seguido por el costo por tonelada con 15.2% y muy cerca le siguen el crecimiento esperado y la demanda con 10.0 y 93% respectivamente, por lo que resulta fundamental el estudio de estas variables de manera más rigurosa.

Como podrá observarse en el siguiente cuadro, incluso puede conocerse el grado de sensibilidad de las variables sobre el proyecto, tal como se indicó en el capítulo anterior. De hecho, el gráfico de sensibilidad de las variables permite construir la matriz de riesgo, pues establece con precisión qué variables del proyecto son más sensibles a la rentabilidad del negocio.

www.fullengineeringbook.blogspot.com



18.5. Usos y abusos del análisis de sensibilidad

Después de revisar las principales técnicas usadas para el análisis de sensibilidad, es necesario insistir sobre determinados aspectos que aún no se han explicado, aunque puedan parecer obvios.

recuerde y reflexione

Básicamente, la sensibilización se realiza con el fin de conocer el desempeño de un proyecto frente a diferentes escenarios, ya que por un lado existen distintas expectativas por parte de los ejecutivos e inversionistas a cargo de aprobar el proyecto y porque la posibilidad de pronosticar correctamente el futuro es prácticamente imposible. Por ello, los análisis de sensibilidad constituyen herramientas orientadas a reducir los niveles de incertidumbre, no los niveles de riesgo.

Determinar la marginalidad de un proyecto es relevante, puesto que el monto del VAN calculado no representa una medida suficiente para calcular la proporcionalidad de los beneficios y costos del proyecto. El análisis de sensibilidad muestra cuán cerca del margen se encuentra el resultado del proyecto, al permitir conocer si un cambio porcentual muy pequeño en la cantidad o en el precio de un insumo o del producto hace negativo el VAN acumulado. Si así fuese, el proyecto sería claramente marginal.

En teoría, no es importante conocer la marginalidad de un proyecto si no existe incertidumbre. Sin embargo, por ser el flujo de caja —sobre el que se basa la evaluación— el resultado de innumerables estimaciones acerca del futuro, siempre será necesaria su sensibilización.

De aquí se desprende cómo puede emplearse este análisis para ilustrar lo riesgoso que puede ser un proyecto. Si se determina que el valor asignado a una variable es muy incierto, se precisa la sensibilización del proyecto a los valores probables de esa variable. Si el resultado es muy sensible a esos cambios, el proyecto es riesgoso.

En estos términos, el análisis de sensibilidad es útil para profundizar el estudio de una variable en particular o, a la inversa, para no profundizar más su estudio si, por ejemplo, se determina que el resultado del proyecto es insensible a determinada variable. En este caso, no

www.fullengineeringbook.blogspot.com

se justifica ser perfeccionista para calcular exactamente un valor que se sabe que es irrelevante. En general, cuanto mayor sea un valor y más cercano esté el periodo cero en el tiempo, más sensible es el resultado a toda variación porcentual en la estimación.

Aun incorporando variables cualitativas en la evaluación, es preciso que estas sean de alguna forma expresadas cuantitativamente identificando qué variables del modelo de evaluación podrían verse afectadas en el evento de que un determinado escenario ocurra, con qué rango de variación podría moverse y con qué distribución probabilística. Esto mismo hace que el valor asignado tenga un carácter incierto, por lo que se requiere su sensibilización.

recuerde y reflexione

Si bien el análisis de sensibilidad facilita el estudio de los resultados de un proyecto, su abuso puede conllevar serias deficiencias en la evaluación. Hay un abuso del análisis de sensibilidad cuando el evaluador lo usa como excusa para no intentar cuantificar cosas que podrían haberse calculado. Lo mismo sucede cuando el informe presenta solamente un conjunto complicado de interrelaciones entre valores cambiantes, omitiendo proporcionar una orientación. Es preciso que el evaluador asuma un papel de consejero frente al inversionista, sirviéndose del análisis de sensibilidad como un complemento para su objetivo de recomendación de la aceptación o el rechazo del proyecto.

Los análisis de sensibilidad pueden proporcionar una cantidad infinita de información, la cual termina siendo contraproducente para la toma de decisiones si no se administra con la debida relevancia, pues toda variable y todo resultado puede sensibilizarse, obteniéndose múltiples combinaciones; por ello, esta herramienta debe utilizarse sobre las variables que efectivamente afectan de manera relevante el resultado del proyecto.

Resumen

En este capítulo se presentaron los diversos mecanismos con los cuales puede efectuarse una sensibilización de los resultados de la evaluación frente a cambios en las variables del proyecto. La sensibilización, aunque permite incorporar de alguna manera el factor riesgo, no debe tomarse como un procedimiento para simplificar la cuantificación de las estimaciones del proyecto.

Dependiendo del número de variables que se sensibilicen simultáneamente, el análisis puede clasificarse como unidimensional, bidimensional o multidimensional. En el análisis unidimensional, la sensibilidad se aplica a una sola variable, mientras que en el bidimensional y en el multidimensional, se examinan los efectos incorporando dos o más variables de manera simultánea. Los tres enfoques proporcionan información diferente, sin ser métodos excluyentes, sino complementarios.

El análisis unidimensional consiste en determinar hasta qué punto puede modificarse una variable para que el proyecto siga siendo rentable. En este sentido, es conveniente considerar la diferencia entre la herramienta de punto de equilibrio y la sensibilización unidimensional. Mientras la primera busca determinar el nivel de ventas, de precio o de cantidad para cubrir los costos directos y los gastos de administración, la segunda busca lo mismo, pero incorporando los costos de inversión y el costo de capital. El modelo multidimensional determina el resultado frente a cambios de alternativa en las variables. Estos tres modelos se aplican al VAN del proyecto; sin embargo, también son aplicables a otras métricas financieras.

Aunque en este capítulo se trató la sensibilidad de las variables de carácter económico, también es posible ampliarlo a todos los estudios de la preparación del proyecto; por ejemplo, a la localización, el tamaño y la demanda, entre otros aspectos.

Los principales modelos tratados aquí abarcan la sensibilización del valor actual neto, la tasa interna de retorno y la utilidad. Sin embargo, el criterio central que se proporcionó hace posible diseñar cualquier modelo específico para situaciones diferentes a las consideradas. La lógica que da fundamento a estos criterios así lo permite.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Preguntas y problemas

1. Explique el concepto de sensibilidad y justifique por qué razón debe incluirse después de la evaluación del proyecto.
2. ¿El análisis de sensibilidad puede cambiar la decisión recomendada por la evaluación del proyecto?
3. ¿Qué variables pueden aplicarse al análisis de sensibilidad? ¿Cómo cree usted que deberían elegirse y priorizarse?
4. ¿Cómo se aplica el análisis de sensibilidad a la comparación de opciones de inversión?
5. Explique en qué consiste el modelo unidimensional de la sensibilización del VAN.
6. ¿Cuáles son las limitaciones de un análisis unidimensional?
7. ¿Por qué se señala que la sensibilización unidimensional no se aplica a la TIR?
8. ¿Cuál es la diferencia entre la herramienta de punto de equilibrio y la sensibilización unidimensional?
9. Describa la metodología que debe utilizarse para aplicar un método de sensibilización bidimensional.
10. ¿En qué consiste el análisis multidimensional de la sensibilización del VAN?
11. Señale las principales limitaciones del modelo multidimensional.
12. ¿Cómo deben usarse los resultados de la sensibilización multidimensional cuando se han definido múltiples VAN posibles?
13. ¿Es posible llegar a conclusiones distintas si se aplican los modelos unidimensionales sobre el VAN y la TIR?
14. ¿En qué medida el análisis de sensibilidad pudiera ser contraproducente?

Comente las siguientes afirmaciones:

a) El análisis unidimensional de la sensibilización de VAN, si bien da una pauta para la evaluación de los rangos de variación en las variables, no es un instrumento adecuado de medición del riesgo porque no considera posibilidades de ocurrencia en las variables que condicionan el resultado.
b) Al aplicar el análisis de sensibilidad unidimensional sobre el VAN o la TIR, se llega necesariamente a idénticos resultados.
c) Si al sensibilizar el valor actual se obtiene un porcentaje de variación de −99%, el proyecto sigue siendo rentable, pues el resultado, si es positivo, debería variar en −100% para que se iguale a cero.

Material complementario

Ejercicios recomendados del texto complementario: José Manuel Sapag, *Evaluación de proyectos*, *guía de ejercicios*, *problemas y soluciones*, McGraw-Hill, 3a. ed., 2007:

32. Chancado de caliza, **36.** Externalización de servicio de transporte, **44.** Forestal Arauco, **57.** Agroindustria, **58.** Helados, **59.** Simulación de Monte Carlo, **60.** Cerro Dorado, **62.** Exportación de bacalaos

Bibliografía

Albright, S. C., W. L. Winston, C. J. Zappe, M. Broadie y P. Kolesar, *Data Analysis and Decision Making*, Cengage Learning, 2010. Brealey R. y S. Myers. *Fundamentos de financiación empresarial*, McGraw-Hill, Madrid, 1998.

Cafferky, M. y J. Wentworth, *Break Even Analysis*, Business Expert Press, 2010.

_____, *Modelos de sensibilización para el análisis de inversión*, Universidad de Chile,

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Santiago de Chile, Departamento de Administración, 1980.

_____, *Criterios de evaluación de proyectos*, McGraw-Hill, Madrid, 1993.

House, W. C., "The Usefulness of Sensitivity Analysis in Capital Investment Decisions" en *Management Accounting*, 47 (6), 1966.

Naciones Unidas, *Evaluación de inversiones bajo incertidumbre: teoría y aplicaciones a proyectos en Chile*, United Nations Publications, 2010. Smith, James, "Sensitivity Analysis of Rates of Return: Comment" en *The Journal of Finance*, 33 (5), 1978.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Capítulo 19

Preparación y evaluación social de proyectos[1]

concepto clave

Evaluación social de proyectos: compara los beneficios y los costos que una determinada inversión pueda tener para la comunidad de un país en su conjunto, por medio del impacto en el bienestar social de dicha comunidad.

En el primer capítulo de este libro se expusieron los conceptos básicos que definen la **evaluación social de proyectos**, y se indicó que esta compara los beneficios y los costos que una determinada inversión pueda tener para la comunidad de un país en su conjunto, por medio del impacto en el bienestar de dicha comunidad. Se señaló, además, que no siempre un proyecto rentable desde el punto de vista privado lo es también del punto de vista social, y viceversa.

La evaluación social pretende determinar los costos y beneficios pertinentes del proyecto para la comunidad, comparando la situación actual respecto de la situación con proyecto, para lo cual se cuantifica y compara las externalidades positivas con las externalidades negativas, además de otros factores que pudieran influir en la toma de decisión.

Lo anterior, que debería mostrar la diferencia fundamental respecto de la evaluación privada, refleja el hecho de que no todo lo positivo (o negativo) que el proyecto signifique para sus dueños es necesariamente bueno (o malo) para la sociedad en la cual está inserto. Cabe hacer notar que el objetivo de bien común (social) no es necesariamente incompatible con el privado.

Si bien la manera de calcular la rentabilidad de un flujo social no se diferencia de la del privado desde el punto de vista de los instrumentos que proveen las matemáticas financieras, sí lo hace en lo conceptual y en lo cuantitativo.

La evaluación social se basa en costos y beneficios que podrían ser muy diferentes a los costos y beneficios privados. Lo anterior se sustenta en el hecho de que el valor social de los bienes y servicios que genera el proyecto es distinto a los valores que paga o percibe el inversionista privado.

Por ejemplo, si un país evalúa la construcción de un tren urbano subterráneo, sus flujos no solo incorporan los ingresos que generaría su operación, sus costos o reinversiones, sino que además deberá incorporar el beneficio social que representaría su construcción, ya sea por la descongestión vehicular que podría representar su creación, por su contribución a la descontaminación ambiental o por la mayor rapidez que podría significarle al usuario trasladarse entre un lugar y otro de la ciudad. En julio de 2012, el gobierno regional de Santiago de Chile (Gore) encargó a la empresa Consultora Sapag & Sapag Asociados la evaluación privada y social de la implementación del sistema de bicicletas públicas para Santiago. A pesar del alto interés de los potenciales usuarios demostrado en el estudio de mercado, desde el punto de vista privado el proyecto arrojó un VAN negativo, porque el servicio era prácticamente gratuito para el usuario y el financiamiento por medio de publicidad no era lo suficientemente oneroso como para lograr el autofinanciamiento. No obstante, la principal motivación del Gore para impulsar la iniciativa era reducir los índices de contaminación y congestión, así como mejorar la calidad de vida de los ciudadanos mediante mejoras en los índices de salud a través de la práctica deportiva. Justamente estas tres externalidades positivas fueron las que se cuantificaron en el modelo de evaluación social, y permitieron obtener una alta rentabilidad social que justificaba los aportes en subsidios que se requerían para promover la inversión privada y revertir así los resultados de la evaluación privada.

[1] Debemos mencionar especialmente el aporte del profesor Gregorio Donoso.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Las principales diferencias que explican un flujo social respecto de uno privado son:

a) Beneficio y costo social no significa lo mismo que beneficio y costo privado, aunque ambos se miden en una unidad de cuenta real común.
b) El precio social de un bien producido por el proyecto no es lo mismo que su precio privado.
c) Las externalidades, que no son más que efectos indirectos generados positiva o negativamente por el proyecto, pueden afectar a la sociedad, aunque no necesariamente al inversionista privado.
d) La tasa a la cual debe descontarse un flujo social es distinta de lo que se entiende por la tasa relevante de descuento desde el punto de vista privado.
e) La rentabilidad social de un proyecto persigue estimar su impacto en el crecimiento económico del país, pudiendo incorporar información sobre cambios en la distribución del ingreso que pudiera generar.

recuerde y reflexione

Es necesario tener en cuenta que los proyectos, por encontrarse insertos en la economía del país, pueden afectar tanto su bienestar como su producto nacional. El producto nacional es un indicador de bienestar que se encuentra directamente vinculado con la evolución del crecimiento nacional.

Dado lo anterior, no es extraño que diversos autores, como Arnold Harberger[2] y Ernesto Fontaine,[3] sugieran usar el producto como unidad de cuenta de los efectos sobre la sociedad. Es decir, el indicador varía positiva o negativamente. La variación observada puede considerarse como una aproximación positiva o negativa del impacto para el bien común y generada a partir de la parcialidad del producto.

Cabe hacer notar que el hecho de que la parcialidad sea de propiedad privada o estatal no es relevante, porque tanto inversores privados como públicos están insertos en el mismo país y afectan el todo cuando uno u otro interviene. Por ello, no es correcto señalar, como a veces se hace, que el sector público debe evaluar solo socialmente sus proyectos, mientras el sector privado lo debe hacer privadamente.

19.1. Preparación y evaluación social de proyectos

Al igual que los proyectos privados, los sociales obedecen, en su búsqueda de información, a un proceso metodológico que en general puede adaptarse a cualquier proyecto.

Toda decisión de inversión social debe responder a un estudio de preinversión, cuyos resultados permitan establecer el beneficio social que significaría su implementación, sus ventajas y sus desventajas asociadas, el incremento que esta generaría en el ingreso nacional o cualquier otro estándar que permita identificar cuantitativamente el impacto que tendría en el desarrollo del país y en el bienestar neto de la población. Sin lugar a dudas, este mecanismo de medición no es perfecto, puesto que el resultado de la evaluación social no permite medir el impacto que el proyecto, una vez ejecutado, provoca en el bienestar individual de las personas o en el de una familia, razón por la cual se mide en términos agregados.

Muchos son los sectores específicos en los que podrían desarrollarse proyectos sociales. Así, pueden existir proyectos vinculados con el sector de vialidad, de agua potable, de sistemas de regadío, de proyectos de educación, de salud, de áreas verdes, parques y plazas, de proyectos relacionados con programas sociales, con el desarrollo de microempresas, de descontaminación ambiental, de defensa nacional, de soberanía, de promoción para la superación de la pobreza y de tantos otros que pueden ser evaluados, en la mayoría de los casos también a nivel privado.

[2] Arnold Harberger, "Three Basic Postulates for Applied Welfare Economics", en *Journal of Economic Literature*, vol. IX, núm. 3, 1971.
[3] Ernesto Fontaine, *Evaluación social de proyectos*, Pontificia Universidad Católica de Chile, Ediciones Universidad Católica, Santiago de Chile, 2004.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

En el proceso de **preparación y evaluación de proyectos sociales** también será necesario diferenciar la etapa de formulación y preparación de la evaluación. En efecto, primero deberá obtenerse la información adecuada que permita modificar y complementar el flujo de caja privado para transformarlo en social y posteriormente proceder a su evaluación, con prácticamente las mismas metodologías privadas pero con valores sociales.

La existencia de externalidades determinantes sobre terceros y que no necesariamente pertenecen al proyecto en sí, pero que tienen incidencia directa en la comunidad, obliga a estudiarlas de manera tal que puedan dimensionarse cuantitativa y cualitativamente los beneficios o costos que generan. Algunos proyectos sociales surgen precisamente como consecuencia de externalidades negativas que diversos proyectos en funcionamiento, tanto públicos como privados, causan a la comunidad, en particular, o a la sociedad como un todo, y cuyos efectos se intentan corregir, eliminar o aminorar.

La preparación social de proyectos debe corregir los valores privados, modificando los precios de mercado y agregando otros que la evaluación privada no incorpora, con lo cual se efectúan los ajustes que permitan expresar en los flujos los valores sociales, en consideración con el problema o distorsión que el proyecto intenta resolver. Así, un determinado proyecto que puede ser desechado por un inversionista privado, puede no serlo desde el punto de vista social. Cuando este es el caso, y el VAN social es superior al subsidio que requiere el privado para lograr al menos una situación de VAN cero, entonces existen los incentivos para transferir recursos estatales al privado en pro de lograr la consecución del proyecto y que ambas partes ganen.

recuerde y reflexione

La evaluación social de un proyecto incorpora, además de los precios sociales de los factores y de las externalidades, los costos y beneficios que un determinado proyecto o acción de gobierno puede generar en la comunidad, en la calidad de vida, en el mejoramiento en la imagen de la autoridad, en el orgullo nacional, etcétera.

Las técnicas de preparación y evaluación social de un proyecto no pueden medir efectivamente todos los costos y beneficios que generaría ese proyecto en particular a la sociedad.

La toma de decisiones vinculada con proyectos evaluados socialmente también dependerá de consideraciones de tipo político, económico y social. Por supuesto, estas pueden constituir elementos de juicio de carácter subjetivo, a los cuales es prácticamente imposible asignarles expresiones de carácter cuantitativo.

Intentar medir cuantitativamente el impacto contributivo que un proyecto social genera en el desarrollo y crecimiento del país probablemente constituya no solo el objetivo más importante de su preparación y evaluación, sino, además, el único procedimiento técnico capaz de dimensionar matemáticamente esa contribución, a pesar de su dificultad.

En los hechos, los gobiernos disponen de programas de desarrollo donde señalan prioridades y, por lo tanto, efectúan asignaciones presupuestarias que pueden privilegiar determinados sectores, aunque los proyectos sociales que se lleven a cabo en ese sector no contribuyan efectivamente a generar la mayor rentabilidad social efectiva si se les compara con el resto de proyectos sociales del país. Resulta importante señalar que esa prioridad, en un régimen democrático, queda legitimada por la voluntad ciudadana que le otorga al gobierno un mandato de acción, el cual es evaluado periódicamente por la comunidad para cuyo beneficio y bienestar se desarrolla el programa de acción gubernamental y los proyectos que lo llevan a cabo. Esta elección ciudadana es la que permite, de alguna manera, aminorar las evidentes dificultades técnicas que significa otorgar valor o costo social a los objetivos gubernamentales.

La autoridad usa el derecho que le asiste de fijar sus propios objetivos y de calcular los precios sociales que conlleva alcanzarlos. De este modo, la autoridad está actuando subsidiariamente, como lo hace cuando calcula y difunde el cambio de los procesos mediante un índice.

Con este capítulo no se pretende que el lector se transforme en un experto capaz de determinar los precios sociales, la tasa social de descuento o los otros factores que influyen en la

www.fullengineeringbook.blogspot.com

preparación y evaluación social,[4] ya que ellos generalmente requieren entrenamiento especial y, en algunos casos, son calculados por la autoridad del gobierno competente, por lo que no se precisa que el evaluador del proyecto se enfrasque en la intrincada metodología destinada a calcular los precios. Sin embargo, existirán determinados precios sociales que el evaluador sí podrá calcular.

19.2. Costos y beneficios sociales

conceptos claves

Beneficio social: refleja el valor que tiene para la sociedad el aumento de la disponibilidad de un determinado bien atribuible al proyecto, más el efecto que este induce para que otros productores disminuyan su nivel de producción, ahorrando al país factores productivos, sin que el consumidor del bien se vea afectado.

Costo social: refleja el valor que tiene para la sociedad proveer una mayor cantidad de factores de producción a los mercados donde el proyecto se abastece y el efecto que tiene que otros usuarios dejen de usarlos.

El **beneficio social** refleja el valor que tiene para la sociedad el aumento de la disponibilidad de un determinado bien atribuible al proyecto, más el efecto que este induce para que otros productores disminuyan su nivel de producción, ahorrando al país factores productivos, sin que el consumidor del bien se vea afectado. La diferencia, que se avala por medio de la teoría económica, lleva a que el valor de los beneficios en ambos casos tenga un sentido diferente. Por lo mismo, el valor de una unidad producida y equivalente al precio también tiene ese sentido diferente.

El **costo social** refleja el valor que tiene para la sociedad proveer una mayor cantidad de factores de producción a los mercados donde el proyecto se abastece y el efecto que tiene que otros usuarios dejen de usarlos.

Dadas las diferencias entre beneficios y costos sociales y privados, surge la necesidad de disponer de **precios sociales**[5] tanto para los bienes producidos como para los usados por el proyecto. Los precios privados surgen de los mercados donde el proyecto vende su producción o donde se abastece de ellos, y pueden, en algunos casos, reflejar el verdadero valor para la economía. Sin embargo, en otros pueden no hacerlo, dependiendo de las distorsiones y las externalidades que pudieran existir.

recuerde y reflexione

El cálculo de precios sociales dependerá de una gran cantidad de variables, cuya importancia y ponderación deberá establecerse de acuerdo con los objetivos y las prioridades que la sociedad determine por medio del Estado como garantes del bien común.

No menos importantes son aspectos de carácter circunstancial, temporal o cíclico que pueden afectar al país o a una localidad en un momento determinado. Lo mismo ocurre con la aplicación de políticas económicas que la autoridad concibe como necesarias de ser implementadas. Los precios privados no siempre reflejan el verdadero valor para la sociedad de contar con el bien que generaría el proyecto. En los proyectos privados se estudia la "estructura económica del mercado", cuyo funcionamiento, en los hechos, no es perfecto, pues suele presentar distorsiones de mayor o menor gravedad que pueden resultar socialmente necesarias de corregir.

Existen distintos tipos de precios sociales. Uno de ellos es el precio social del factor trabajo o de la mano de obra. Su determinación reviste serias dificultades a causa de la gran variedad de tipos de trabajo, especialidades y oficios diferentes, por lo que debe considerarse, además, el lugar o región donde se ubique. El problema del costo de oportunidad de un determinado salario puede variar de acuerdo con el sector productivo al que pertenezca, a la situación de desempleo que afecte al país o a una región, al desempleo estacional o a la necesidad de efectuar una reconversión de las capacidades de la mano de obra en una zona determinada. Estas y otras situaciones pueden entregar prioridades que impliquen la existencia de precios sociales diferenciados, dependiendo de las condiciones del mercado del trabajo, por lo que será posible incorporar en el flujo una situación de carácter transitorio.

[4] Para un estudio más profundo puede consultarse Axel Jansson, *Fundamentos de evaluación social de proyectos*, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Santiago de Chile, 1998, o Ernesto Fontaine, *op. cit.*

[5] Algunos autores utilizan los conceptos de precios sombra o precios de cuenta como sinónimos de precios sociales.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Teóricamente, puede señalarse que el **costo social de la mano de obra** coincide con el costo privado cuando en la sociedad existe una situación de pleno empleo, lo que evidentemente no resulta fácil que se dé en la realidad. Las distorsiones más frecuentes y claramente identificables que afectan el mercado laboral y que, por lo tanto, tienen influencia en la determinación de su precio social, están dadas por los subsidios a la contratación de mano de obra o a los impuestos que podrían gravarla, por la existencia de sindicatos fuertes, salarios mínimos, asimetría de información, subempleo, etcétera.

Un ejemplo que explica la aseveración anterior es el de un país cuyo nivel de cesantía de los jóvenes entre los 16 y 20 años supera 20%, mientras que la cifra nacional, incorporando todas las edades, es de 7.8%. Lo anterior permitiría observar que el precio social de la mano de obra no es una constante para todo el país, por lo que resulta evidente concluir que el precio social de la mano de obra podría tener un valor diferenciado de acuerdo con la edad, el sexo, la profesión, la región en la que se viva y otras variables.

Otro precio social importante es el de las divisas o del tipo de cambio. En una economía abierta y con pleno empleo, donde no existan distorsiones en los mercados ni un poder monopólico o monopsónico en relación con los bienes transables en el mercado internacional, puede decirse teóricamente que no existiría diferencia entre el precio social y privado de la divisa.

La oferta y demanda de divisas juega un papel muy importante en la determinación de su precio social. En efecto, si el precio de los productos de exportación tiende a la baja en el mercado internacional y las importaciones principales tienden a la alza, la divisa se transforma en un bien cuya escasez influirá en la determinación de su precio social.

De esta manera, proyectos que requieran una gran cantidad de divisas para la adquisición de tecnología de gran valor, por ejemplo, podrían verse afectados al variar el **precio social de la divisa** como consecuencia de su escasez.

La estimación de este precio no está exenta de dificultades metodológicas, entre otras muchas razones, debido a la multiplicidad de orígenes y usos diferentes a los que podría destinarse. De este modo, un mismo proyecto puede demandar tecnología o insumos importados, por una parte, y por otra, generar divisas por la venta al exterior de los bienes que eventualmente produciría en el caso de su implementación.

También deberá considerarse la existencia de impuestos, subsidios y cualquier otro factor incidental que el gobierno haya fijado y que impacte en la comercialización de los bienes transables. Cabe señalar que los impuestos, subsidios y cuotas a las importaciones o exportaciones generan distorsiones en la asignación de recursos, lo que también da origen a que los precios sociales difieran de los privados.

Los impuestos, subsidios y transferencias no se consideran en una evaluación social, pues son un traslado de recursos entre los diferentes sectores de la economía, por lo que no representan ni generan valores agregados. Por ejemplo, cuando un empresario paga impuestos, representa una transferencia de capacidad de consumo del sector privado al Estado de un determinado país.

La entidad estatal de planificación de los distintos países es la responsable de dar a conocer la información necesaria para el cálculo de los precios sociales de la divisa y de la mano de obra. Cuando no exista una entidad que calcule previamente dichos parámetros, es el evaluador quien deberá hacerlo.

Además de las distorsiones anteriormente mencionadas, deben considerarse las cuotas de producción y de comercio, los problemas de monopolio y otras distorsiones, cuando ellas existan.

19.3. Incidencia de los efectos indirectos o de las externalidades

Los **efectos indirectos** son aquellos cambios que puede generar el proyecto con su implementación. Al ocasionarse cambios en la producción y consumo de los bienes relacionados con los que ela-

www.fullengineeringbook.blogspot.com

concepto clave

Efectos indirectos: son aquellos cambios que puede generar el proyecto con su implementación.

boraría el proyecto, puede resultar determinante la medición de los posibles beneficios o costos indirectos de su eventual puesta en marcha, ya sean beneficiosos o perjudiciales para la sociedad.

En la medida en la que se advierta su existencia, deberán estudiarse los sectores o las actividades productivas o de servicios que podrían resultar afectados, con el fin de determinar si su incidencia es significativa. De esta manera, podría investigarse dónde se advierten esas distorsiones y los beneficios o costos sociales adicionales indirectos que generaría la puesta en marcha de un proyecto específico.

Un cambio en la estructura de precios derivado de la puesta en marcha de un proyecto genera efectos indirectos en la medida en la que el precio social de demanda sea distinto al precio social de oferta de los bienes, cuyas cantidades (demandadas y ofrecidas) muestran variación como consecuencia del cambio en la estructura de precios.

recuerde y reflexione

Algunos autores consideran que las **externalidades** forman parte de los efectos indirectos; otros las plantean separadamente. Sin embargo, cualquiera que sea la ubicación de ellas y su conceptualización, deberían considerarse estos efectos en los flujos.

Los efectos indirectos se producen solo en la medida en la que los precios de mercado de los bienes directamente relacionados con el del proyecto en cuestión varían, ya sea favorable o desfavorablemente. Por lo general, estos se producen cuando el proyecto en estudio ocasiona cambios en la producción y el consumo de los bienes o servicios relacionados con los que el proyecto entregaría al mercado, razón por la cual podrían variar los precios de los demás bienes.

Por ejemplo, si se construye una nueva fábrica cuyas emanaciones provocan daños a las tierras cultivadas colindantes, se generan externalidades negativas. En el caso de la construcción de un tren urbano subterráneo, la contribución de este proyecto a la descontaminación ambiental y a la descongestión representa externalidades positivas. Lo mismo ocurre con la rapidez de traslado de las personas, ya que en la medida en la que se disponga de un mayor tiempo para dedicarlo a otras actividades, se estará logrando un beneficio adicional que solo es posible lograr socialmente en la medida en la que el proyecto efectivamente se lleve a cabo.

En un proyecto privado, estas correcciones en los flujos no se efectúan, puesto que la toma de decisiones en relación con la eventual inversión solo considera los costos y beneficios que influyen directamente en los flujos de caja del privado. Sin embargo, sí deben incluirse aquellos efectos indirectos, como los costos de la administración central cuando se evalúa privadamente un proyecto de ampliación.

Todos los autores coinciden en señalar las dificultades para determinar con cierta precisión el efecto que generan las externalidades, positivas o negativas, en un determinado proyecto. En algunos casos, podría utilizarse el procedimiento de valorar a precio de mercado las posibles pérdidas de producción que ese hecho generaría. Dado lo anterior, para llegar a una cierta estimación de la rentabilidad, siempre conviene considerar el grado de sesgo aceptable y el nivel de costo.

19.4. Incidencia de los efectos intangibles

Los **efectos intangibles** constituyen probablemente los más difíciles de cuantificar por su carácter de inmedibles, por lo cual se convierten en un parámetro. Además de ser difíciles de identificar, en otros casos puede apreciarse que son de naturaleza antagónica: algunos favorables y otros desfavorables. Medir la magnitud de cada uno de ellos y el efecto que podrían tener en el flujo resulta imposible. Estos efectos podrían identificarse, pero no existe una metodología capaz de cuantificarlos.

Existen múltiples ejemplos, como la contribución al fortalecimiento de la soberanía nacional por parte de un proyecto de ganadería en una zona limítrofe; los costos o beneficios que genere en la imagen o popularidad del gobierno la creación de un ministerio o de una autoridad nacional, regional o local; razones de carácter estratégico; el orgullo patrio; la contaminación

www.fullengineeringbook.blogspot.com

del aire y sus efectos sobre el medio ambiente, el clima, la calidad de vida; la contribución en favor de la redistribución del ingreso y otros.

Ciertamente, su cálculo puede mostrar distorsiones graves cuando la autoridad intenta adoptar decisiones guiadas más por efectos políticos, partidistas o personales que por el bienestar de la comunidad.

19.5. Incidencia de la tasa social de descuento

Conceptualmente, existen dos posibilidades para estimar la tasa a la cual descontar el flujo social que se construye. La primera hace referencia a una situación en la cual no existe apertura de mercado de capitales. En este caso, la **tasa social de descuento** debería nacer de la interacción de la oferta y la demanda de fondos para ser invertidos. En el caso de no ser un mercado libre de distorsiones, es necesario considerarlas.

La segunda posibilidad es representativa de un mercado de capitales abierto al movimiento de capitales internacionales. En este caso, la tasa se estima considerando el costo de obtener fondos en el extranjero (suponiendo que el país importa capitales), el riesgo país y la presencia de distorsiones en el mercado interno, si fuera pertinente. Sea cual fuere la modalidad, la tasa social de descuento resulta difícil de medir, por lo cual es frecuentemente calculada por una entidad estatal, que la pone a disposición de quien deba evaluar proyectos socialmente. En Chile, por ejemplo, la tasa social es comunicada por la entidad de planificación, la cual lo hace junto con lo referente a la divisa y la mano de obra.

En el caso de proyectos sociales, el análisis y estudio de diversas alternativas de inversión puede adquirir mayor relevancia que en los privados. Aunque un proyecto determinado pudiera ubicarse en un sector específico del programa de desarrollo, este podrá compararse con otros proyectos del mismo sector con el fin de priorizarlos socialmente.

recuerde y reflexione

Según Fontaine,[6] en una economía sin distorsiones, con pleno empleo y cerrada al mercado financiero internacional, la tasa de interés que impere en el mercado será al mismo tiempo el valor del producto marginal del capital invertido en el país y la tasa marginal de preferencia en el tiempo de quienes ahorren. En consecuencia, puede expresarse que la tasa de interés existente en el mercado debe ser la tasa de descuento que se aplique a los flujos para la evaluación social del proyecto.

Naturalmente, si existe flujo internacional de capitales, la tasa de interés relevante deberá incluir el efecto de estos. Sin embargo, existen algunos aspectos distorsionadores que pueden hacer variar el criterio anterior.

En efecto, si se estudia el comportamiento de las tasas de interés en Chile, por ejemplo, puede constatarse que durante mucho tiempo fueron negativas; es decir, la inflación fue superior a las tasas de interés nominales imperantes en la economía. Durante este tiempo existieron tasas de interés fijadas por el Estado, por lo que una decisión discriminatoria y discrecional generó distorsiones importantes en el funcionamiento económico general. Posteriormente, durante ocho años de la economía chilena (el periodo entre 1975 y 1982), las tasas de interés quedaron determinadas por las fuerzas del mercado sin participación estatal, lo que provocó que la tasa de interés promedio real llegase a 42.8%.[7] Cuando existen estas distorsiones, que se traducen en tasas de interés negativas, en las cuales la inflación es mayor que la tasa nominal, o tan altamente positivas como las señaladas, pierde validez la definición de que la tasa social de descuento debe ser igual a la tasa de interés imperante en el mercado.

Por otra parte, es necesario destacar que normalmente la tasa de descuento para los proyectos sociales es calculada y determinada por la autoridad estatal para todos los proyectos del

[6] Ernesto Fontaine, *op. cit.*

[7] Roberto Zahler, *Las tasas de interés en Chile, periodo 1975-1982*, Instituto Interamericano de Mercados de Capital, Venezuela, 1985.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

sector público. Con base en lo anterior, cuando se evalúen proyectos sociales solo deberá aplicarse la tasa vigente calculada por la autoridad.

La determinación de una tasa social de descuento y los mecanismos que la definen no resultan fáciles de conseguir. Tampoco resulta fácil defender el criterio de una tasa única para todos los proyectos emprendidos por el sector público, independientemente de sus características y del sector al que pertenezcan. Por ello, la búsqueda de parámetros que permitan identificar una tasa social de descuento compatible con el funcionamiento nacional e internacional del mercado de capitales y su costo debieran constituir un punto de referencia importante a considerar por parte de la autoridad al determinar la tasa social de descuento.

19.6. Evaluaciones privada y social

En este momento, el lector ha podido constatar las dificultades inherentes a la preparación de proyectos sociales. En definitiva, lo que influye en la rentabilidad del proyecto son los precios sociales y los efectos directos e indirectos.

Cada una de esas variables representa significativas dificultades de medición cuantitativas que impiden encontrar un procedimiento matemático que garantice su validez plena, más aún si se considera que en la sociedad existen percepciones disímiles en cuanto a lo social, con prioridades también diferentes de acuerdo con los distintos sectores que componen la comunidad. Otro tanto ocurre con la tasa social de descuento, la cual también presenta dificultades en su determinación en el momento de evaluar el proyecto.

Otro aspecto que debe analizarse lo constituye la vinculación de los proyectos sociales con los privados. En efecto, hoy día resulta cada vez más común observar cómo el sector público y el privado pueden emprender proyectos conjuntamente, cumpliendo cada uno con su respectivo papel y con los intereses que a cada cual le corresponde defender.

En este sentido, pueden identificarse cuantitativamente inversiones sociales y privadas donde cada cual, de acuerdo con sus propios intereses, efectúa los análisis técnicos correspondientes que le permitan identificar sus respectivas rentabilidades, tanto desde el punto de vista social como del privado.

Por ejemplo, si el Estado, considerando su rentabilidad social, decide construir una de las líneas de un tren subterráneo urbano y la ejecución del proyecto cumple en tiempo y costo con lo programado, de tal manera que la inversión alcanza 550 millones de dólares, y si el gobierno decide entregar su administración al sector privado mediante una concesión por 30 años a quien resulte ganador del proceso de licitación pública correspondiente, el inversionista privado deberá determinar lo que estaría dispuesto a pagar para que esa inversión le sea rentable, independientemente de cuánto haya sido lo que invirtió el Estado en ese mismo proyecto.

Si construye sus propios flujos futuros de costos y beneficios, los descuenta a su tasa de costo de capital y obtiene, por ejemplo, un valor actual de 330 millones de dólares, el Estado, al percibir como resultado de la licitación pública $220 millones de dólares menos que los efectivamente invertidos en la construcción del tren subterráneo, podría concluir que ese monto representa aproximadamente la diferencia a favor del país, como una probable consecuencia de los beneficios sociales de la descontaminación ambiental, la descongestión vehicular en la superficie y el evidente beneficio que representa el menor tiempo de viaje para los usuarios. Se señala el término "aproximadamente" en razón de que al término del periodo de concesión existe un valor de desecho de propiedad estatal.

recuerde y reflexione

Todo proyecto de orden público en el que pudiera haber interés privado por su administración, podría ser evaluado de manera mixta, en la cual el sector privado, de acuerdo con sus propios intereses, efectúa su respectivo análisis de preinversión y el Estado proyecta el monto de la inversión social que deberá efectuar para cumplir con los objetivos del proyecto que desea llevarse a cabo.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Muchas son las modalidades en las cuales el sector privado podría incursionar en este mecanismo mixto de desarrollo de proyectos; sin embargo, en cualquiera de ellas siempre podrán efectuarse los estudios pertinentes tanto sociales como privados.

Un caso similar lo constituye el de la construcción de carreteras susceptibles de ser concesionadas al sector privado. Si, como es habitual, el Estado se encarga de efectuar las expropiaciones de acuerdo con el trazado definido por los técnicos y efectúa todos los estudios de ingeniería y diseño destinados a establecer las características de la ruta, la mecánica de suelos, el largo de los puentes y sus detalles, y llama a licitación privada para la construcción, mantenimiento y administración de la obra con financiamiento privado, al igual que en el caso anterior, el inversionista privado proyectará todas las inversiones necesarias que deberá efectuar y simulará lo que podrían ser los beneficios y costos operacionales futuros. Para los primeros indagará acerca de los procedimientos de determinación de la tarifa e intentará obtener información histórica que le permita estimar con cierta validez el comportamiento futuro de la demanda. Asimismo, estudiará los costos operacionales, los de mantenimiento y las reinversiones, procurando construir los flujos con la información suficiente para definir la conveniencia o inconveniencia de participar en un proyecto que, siendo de origen social, pasa a ser privado. Lo anterior no impide que la decisión de llevarlo a cabo haya sido de origen social y que, por lo tanto, el Estado haya aprobado las inversiones necesarias para efectuar las expropiaciones y los estudios finales pertinentes.

Al igual que en el caso anterior, puede existir una multiplicidad de modalidades para el desarrollo de la inversión privada, en las cuales puede asumirse mayor o menor riesgo de obtener la rentabilidad exigida. Podría lograrse, por ejemplo, que el Estado garantice un ingreso mínimo en caso de no conseguirse el monto calculado en los flujos mediante el pago de peajes, y, como contrapartida, que el Estado se resarza de dicho aporte cuando los ingresos superen lo estimado.

En el caso de haber sido ya asignada la carretera y de producirse la imperiosa necesidad de realizar inversiones adicionales en protecciones para garantizar, por ejemplo, una mayor seguridad en el transporte, esa inversión social podría ser efectuada por el sector privado, negociándose un plazo de concesión mayor que le permita a este mantener su rentabilidad privada. Será entonces al Estado a quien le corresponda medir socialmente el beneficio que le reporte otorgar a la carretera mayor seguridad *versus* el costo que le significa ampliar el plazo de la concesión.

Las posibilidades de interacción entre el interés social y el privado son múltiples, y pueden adoptar diferentes e imaginativas modalidades de operación y cooperación. Sin embargo, cualesquiera que ellas sean, siempre será necesario adelantar los estudios pertinentes que, sustentados en las técnicas de preparación y evaluación de proyectos, tanto desde el punto de vista privado como desde el social, permitan adoptar las decisiones que correspondan, con el fin de recomendar o desalentar las inversiones pertinentes que aseguren rentabilidad privada para los inversores privado y social para el Estado.

19.7. La responsabilidad social empresarial (RSE)

Responsabilidad social empresarial (RSE): es una nueva visión de los negocios que integra armónicamente el respeto por los valores éticos, las personas, la comunidad y el medio ambiente.

La **responsabilidad social empresarial (RSE)** es una nueva visión de los negocios que integra armónicamente el respeto por los valores éticos, las personas, la comunidad y el medio ambiente. Por ello, cada vez más las empresas analizan sus proyectos bajo el criterio del triple resultado, o ***triple bottom line*** por su origen inglés, que corresponde a un término utilizado para identificar negocios sustentables, pues hace referencia al desempeño de un proyecto expresado en tres dimensiones: económica, ambiental y social; es decir, analizando las rentabilidades económica, social y ambiental.

Las dos primeras obedecen a las metodologías ya descritas a lo largo de este texto; sin embargo, la rentabilidad ambiental puede ser considerada como parte de una evaluación social, en el sentido de que los beneficios ambientales están directamente relacionados con los beneficios para la sociedad. En la medida en la que las prácticas ambientales consideradas en el proyecto tomen en cuenta el respeto por el medio ambiente, se estaría contribuyendo a mejorar el bienestar social, lo que sería parte de los beneficios o externalidades positivas del proyecto y, por lo tanto, ello podría medirse en la evaluación social, básicamente mediante los beneficios

www.fullengineeringbook.blogspot.com

generados por las menores emisiones de CO_2. Incluso, en algunos casos, también pudiera considerarse desde el punto de vista privado.

El protocolo de Kioto, cuyo objetivo es reducir el nivel de contaminación a escala global, ofrece incentivos económicos —a través de la emisión de bonos de carbono que son transados en los mercados internacionales— a aquellos proyectos que ayudan a reducir las emisiones de CO_2. Por lo tanto, representan un ingreso para quienes los emiten y un costo para quienes los compran. Un bono de carbono representa el derecho a emitir una tonelada de dióxido de carbono, pues permite mitigar la generación de gases invernadero, beneficiando a las empresas que no los emiten o que disminuyen la emisión, y haciendo pagar a las que emiten más de lo permitido. Por consiguiente, este protocolo permite que un país pueda seguir contaminando en la medida en la que tenga dinero para pagar por esa contaminación.

La RSE no se basa en una manera particular de mirar el mundo como pudiera ser la Ética de la Responsabilidad. No es filantropía, significa ser sustentable en el tiempo. Es un compromiso por identificar y comprender los impactos humanos sociales y ambientales de la organización; es un compromiso de tomar en cuenta el punto de vista de las partes interesadas (*stakeholders*); es un compromiso de asumir la rendición de cuentas (*accountability*).

La RSE es un modelo de gestión empresarial que integra armónicamente el desempeño económico, el respeto por los valores éticos, por la comunidad y por el medioambiente. Además, implica una actitud estratégica de la empresa que se manifiesta en la capacidad de esta para escuchar, comprender y satisfacer las expectativas e intereses legítimos de sus diversos públicos. Es una acción corporativa, un comportamiento ético, social, económico y medioambiental tanto interno como externo y por ello forma parte de su *core business*. Es una contribución activa y voluntaria de las empresas al mejoramiento social, económico y ambiental, con el objetivo de mejorar su situación competitiva y su valor añadido. En definitiva, constituye un aporte de una organización a la promoción equilibrada de los tres pilares del desarrollo sustentable: crecimiento económico, desarrollo social y protección del medio ambiente.

19.8. ¿Cómo transformar un flujo privado en social?

Un cuestionamiento recurrente es cómo transformar un flujo privado en social. El primer paso consiste en cambiar el enfoque: en vez de identificar los beneficios y costos para el privado, debe hacerse desde el punto de vista social. Por ello, lo primero es identificar, en el ámbito conceptual, cuáles son las externalidades positivas y negativas que genera el proyecto a la sociedad. Por ejemplo, cuando se realizó la evaluación privada del proyecto de implementación de bicicletas públicas para Santiago de Chile, los ingresos de explotación estaban dados por dos fuentes: la membresía que pagaban los usuarios y los beneficios que podrían obtenerse por la explotación de derechos publicitarios. Sin embargo, cuando se efectuó la evaluación social, se identificaron tres beneficios importantes: reducción de los índices de contaminación, reducción de los índices de congestión y aumento en la calidad de vida, medido básicamente por un mejor estado de salud. Sin embargo, desde el punto de vista del costo social, se consideró la mayor probabilidad de accidentes debido al mayor uso de las ciclovías.

En segundo orden, debe procederse a cuantificar dichas externalidades aplicando metodologías que muchas veces el preparador y evaluador de proyectos deberá diseñar exclusivamente para ello. Por ejemplo, para cuantificar el beneficio social de la descontaminación, el estudio de mercado consumidor permitió determinar qué porcentaje de los usuarios que disponen de automóvil dejaría de usarlo por utilizar el sistema de bicicletas públicas. Luego, mediante mediciones en terreno, básicamente ciclistas, se determinó la distancia promedio recorrida por viaje, por lo que al multiplicar el número de usuarios por la frecuencia de uso y la distancia promedio, pudo obtenerse el número de kilómetros que serían transferidos del modo automóvil al modo bicicleta.

Diferentes estudios técnicos han concluido que un vehículo genera en promedio 0.17 kilogramos de CO_2 por cada kilómetro recorrido; si se considera, además, que el valor de los derechos de emisión de CO_2 es de $7 200 por tonelada, se está entonces en condiciones de cuantificar el beneficio social anual por menor contaminación.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

En tercer lugar, debe procederse a utilizar los precios sombra o precios sociales. Cabe recordar que el objetivo de los precios sociales es contar con valores que reflejen el verdadero costo para la sociedad de utilizar unidades adicionales de ciertos factores durante la ejecución y operación de un proyecto de inversión, particularmente mano de obra y tipo de cambio. Para ello se distinguen tres tipo de categorías; mano de obra calificada, semicalificada y no calificada. Para el caso chileno, los factores de ajuste determinados por Mideplan corresponden a los siguientes valores:

Categoría de mano de obra	Factor de ajuste
Calificada	0.98
Semicalificada	0.68
No calificada	0.62

El factor de ajuste de la divisa para el año 2013 es de 1.01 para aquellos insumos e inversiones adquiridos en el extranjero. Su cercanía a uno obedece básicamente al grado de apertura de la economía chilena y al bajo nivel de distorsiones en el comercio exterior. Por último, la **tasa social de descuento** (TDS) representa el costo de oportunidad en el que incurre el país cuando utiliza recursos para financiar proyectos. Actualmente, en Chile, la TDS es de 6% real anual para el año 2013.

concepto clave

Tasa social de descuento (TDS): representa el costo de oportunidad en el que incurre el país cuando utiliza recursos para financiar proyectos.

Existen otros precios sociales asociados a otros factores, como el valor social del tiempo, el precio social de los vehículos nuevos, el precio social del combustible, el precio social de los lubricantes y el precio social de la mano de obra de manutención, por nombrar los más relevantes. Estos precios se utilizan básicamente para la evaluación, por ejemplo, de proyectos de transporte urbano, interurbano, marítimo y aéreo. Sin embargo, también pueden utilizarse en otros proyectos.

En cuarto lugar, deberá eliminarse todo lo que tiene relación con impuestos y subsidios, pues ellos solo corresponden a transferencias de recursos entre distintos miembros de la sociedad, por lo que el efecto finalmente se netea. Por ello, las depreciaciones, amortizaciones y valores libro carecen de todo sentido en una evaluación social.

Por último, tanto el horizonte de evaluación como los criterios de evaluación son análogos a la evaluación privada, con la diferencia de que deberá explicitarse su significado; por ello se habla del **VAN social** y del **TIR social**.

19.9. Una aplicación

Los Hornos es una localidad rural ubicada en la comuna de La Ligua, en la provincia de Petorca, V Región, a 42 km al norte de la Ligua y a 18 km de Huaquén, en Chile. Según cifras de 1997, Los Hornos tiene una población de 152 habitantes residentes en 34 viviendas. El nivel socioeconómico de la población es bajo; su principal actividad económica es la crianza de ovejas, la cual se ha visto afectada por la sequía de los últimos años. A pesar de su tamaño, cuenta con una escuela primaria, pero no dispone de servicios básicos ni de equipamientos comunitarios, como energía eléctrica, agua potable y telefonía.

Huaquén es el poblado rural más cercano a Los Hornos y cuenta con acceso al Sistema Interconectado Central (SIC), lo que le permite disponer de energía eléctrica continua. Sin embargo, dadas las características geográficas y demográficas de Los Hornos, en cuanto a la lejanía del SIC con respecto del poblado más cercano, la dispersión de sus viviendas con 500 metros entre una casa y otra y el difícil acceso a la localidad, no existe viabilidad económica para que se sume al SIC, por lo que se ha desechado tal opción. Ello ha llevado a la comunidad de Los Hornos a buscar otras alternativas de abastecimiento energético.

Una característica que posee esta zona es que la irradiación solar es suficiente para transformarla en electricidad mediante paneles fotovoltaicos, incluso en los meses de invierno. Esta

www.fullengineeringbook.blogspot.com

posibilidad de solucionar el abastecimiento eléctrico motivó a las autoridades a evaluar dicha iniciativa.

El proyecto consiste en suministrar electricidad mediante soluciones individuales a través de equipos fotovoltaicos a las 34 viviendas y a la escuela, con una potencia máxima de diseño para cada solución de 20 kilovatios y capacidad suficiente para cuatro puntos de luz de alta eficiencia y dos tomas de corriente, que podrían utilizarse para conectar un equipo de radio o un televisor y eventualmente otro artefacto, lo que es suficiente para cubrir las necesidades básicas.

Dado que este sistema se presenta mediante soluciones individuales y que además es muy simple de instalar y mantener, tiene una serie de ventajas respecto de los sistemas tradicionales: puede ser utilizado por personas sin preparación, ser una solución individual o colectiva, es aplicable en cualquier lugar con radiación suficiente, su mantenimiento es poco frecuente y posee una gran vida útil económica.

Respecto de sus características técnicas, se sabe que el suministro para iluminación y para los artefactos es 220 voltios en corriente alterna y 50 hercios alternos. Cada solución consta de dos paneles fotovoltaicos, un regulador de carga, dos baterías de acumulación, un inversor de voltaje y una estructura de soporte. Las instalaciones interiores, como enchufes, portalámparas y otros, son responsabilidad del usuario final. El cuadro 19.1 presenta la inversión total. Cabe señalar que se prevé una reinversión durante la operación del proyecto; por ello se diferencia entre las inversiones previas a la puesta en marcha y las reinversiones durante la operación.

Cuadro 19.1

Descripción	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Paneles Solavolt SV 8500	70	$253 300	$17 731 000
Baterías Trojan 27 TM	70	$39 780	$2 784 600
Regulador Morningstar Pro Star 12	35	$52 800	$1 848 000
Inversor Stapower SP 150	35	$55 300	$1 935 500
Estructura para paneles	35	$15 000	$525 000
Total			$24 824 100

Los costos de los equipos se encuentran expresados en moneda nacional chilena y son adquiridos en el extranjero. Dichos valores incluyen el IVA (impuesto al valor agregado) y un arancel de 20 por ciento.

Con el fin de asegurar la continuidad de la operación ante posibles morosidades, se ha estimado una inversión en capital de trabajo correspondiente a dos meses de funcionamiento por un monto de $355 334.

Según las especificaciones técnicas de los equipos, se les ha estimado una vida útil económica de seis años, tiempo en el cual deberán reemplazarse. El cuadro 19.2 muestra las reinversiones durante la operación.

Cuadro 19.2

Año	Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
6	Batería Trojan 27 TM	70	$39 780	$2 784 600
12	Batería Trojan 27 TM	70	$39 780	$2 784 600
18	Batería Trojan 27 TM	70	$39 780	$2 784 600

Los ingresos de explotación provienen del cobro de la tarifa fija mensual establecida por las autoridades correspondientes, la que alcanza $646 por kW, precio que cubren los usuarios.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Este monto tendrá un reajuste semestral según la variación registrada por el IPC (índice de Precios al Consumidor), a fin de mantener la tarifa en términos reales.

Los costos de explotación son de carácter fijo y corresponden a costos de operación y mantenimiento. Este comportamiento se debe a que la disponibilidad de energía eléctrica de las familias será fija. Los costos de operación están determinados básicamente por las remuneraciones de un contador, un operador técnico, un cobrador, insumos y repuestos nacionales e internacionales, en proporción de 60 y 40%, respectivamente. Dichos costos están detallados en el cuadro 19.3.

Cuadro 19.3

Cargo	Núm. de puestos	Remuneración bruta	
		Mensual	Anual
Contabilidad externa	1	$15 000	$180 000
Operador	1	$150 000	$1 800 000
Mantenimiento		$200 000	$2 400 000
Total		$365 000	$4 380 000

Para la situación sin proyecto, se observa que los requerimientos energéticos de Los Hornos son para satisfacer las necesidades de iluminación, entretenimiento, comunicación e información. De acuerdo con las encuestas CAS1 que realizó la Municipalidad de La Ligua en 1997, se determinó que para satisfacer las necesidades de iluminación, la comunidad de Los Hornos utiliza velas, linternas con pilas y lámparas de parafina, baterías o gas. Para el entretenimiento y la información, utilizan radios con pilas, que además son un eficaz medio de comunicación entre los habitantes rurales desprovistos de telefonía, ya que los utilizan para enviar y recibir mensajes. Las viviendas que poseen televisor normalmente emplean baterías.

Abastecer de energía eléctrica a la comunidad de Los Hornos permitiría reducir el gasto mensual de las viviendas en bienes sustitutos, ya que para satisfacer las necesidades indicadas en el párrafo anterior gastan entre $6 000 y $15 000 por vivienda al mes. Para determinar la energía equivalente entregada por los distintos energéticos que utilizan actualmente, existen factores de conversión determinados por la Comisión Nacional de Energía, que equivalen a horas artefacto. A continuación se describen los energéticos más utilizados en la zona de Los Hornos.

a) **Velas:** las velas corrientes duran 2.5 horas y tienen una capacidad lumínica de 18 vatios. El uso conjunto de las velas con otros energéticos permite estimar aproximadamente en 20 el número de velas utilizadas por mes.
b) **Parafina:** el artefacto más usado para la generación de luz con parafina es el chonchón, cuyo rendimiento aproximado es de 32 horas por litro. De acuerdo con los antecedentes de consumo proporcionados en la investigación, se determinó que el consumo mensual de parafina es de seis litros por hogar.
c) **Baterías:** su principal uso como energético es para el televisor, por lo que su rendimiento está directamente relacionado con el número de horas de uso. El cuadro 19.4 muestra el tiempo de uso según el día de la semana.

Cuadro 19.4

Días	Tiempo diario de uso (h)	Tiempo semanal de uso (h)
Lunes a viernes	3	15
Sábados y domingos	5	10
Total		25

Fuente: Esquema de consumo eléctrico típico de familias de escasos recursos. Serplac IV Región.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

De acuerdo con lo anterior, el tiempo de uso semanal es de 25 horas por vivienda. Considerando que cada mes tiene 4.28 semanas aproximadamente, se obtiene un consumo total de 107 horas/mes.

Las baterías comunes son de 12 voltios y 60 amperios/hora, lo que equivale a 720 vatios/hora. Ellas soportan una descarga máxima cercana a 80% de su capacidad, lo que implica una disponibilidad de energía de 576 vatios/hora. Cada carga de batería otorga un rendimiento de 22 horas; por lo tanto, el requerimiento mensual por familia es de cinco cargas de batería. Cada carga cuesta $800, lo que significa un gasto mensual de $4 000.

d) **Pilas:** normalmente son utilizadas en radios y linternas. En el caso de los radios, el tiempo de uso diario y mensual es el que se aprecia en el cuadro 19.5.

Cuadro 19.5

Días	Tiempo diario de uso (h)	Tiempo semanal de uso (h)
Lunes a viernes	2	10
Sábados y domingos	3	6
Total		16

Fuente: Esquema de consumo eléctrico típico de familias de escasos recursos. Serplac IV Región.

Como puede apreciarse, el uso semanal alcanza las 16 horas por vivienda, lo que significa un consumo mensual de 68.48 si se considera que cada mes tiene 4.28 semanas. La linterna se utiliza 10 minutos diarios en promedio y usa dos pilas que le permiten un funcionamiento máximo de cuatro horas, lo que le da un uso diario de 0.17 horas (cinco horas mensuales). Se estima que el número de pilas utilizadas mensualmente es de seis para radios y 2.5 para linternas.

Para calcular el precio social medio de la energía en la situación sin proyecto (*Po*), debe calcularse el consumo energético (*Qo*), que corresponde a la cantidad de energía utilizada en energéticos sustitutos, multiplicada por un factor de conversión para expresarlos en kW, y posteriormente establecer el gasto actual en energía (*Go*), que corresponde a la multiplicación del consumo por el precio unitario de cada energético sustituido. El precio medio de la energía en la situación base puede expresarse como:

19.1

$$Po = \frac{Go\left(\frac{\$}{\text{mes}}\right)}{Qo(\text{kw/mes})}$$

El cuadro 19.6 corresponde a los gastos por consumo de energía mensual total por unidad familiar que actualmente se consume en la localidad de Los Hornos.

Cuadro 19.6

Fuente de energía	Rendimiento unitario por hora	Consumo mensual promedio	Factor conversión a de kW/hr	Consumo en kW/ mes	Precio unitario ($)	Gasto ($)
Velas (unidades)	2.5 hr	20 unidades	0.160	3 200	150	3 000
Baterías (cargas)	22 hr	5 cargas	0.576	2 880	800	4 000
Pilas (unidades)	2 hr	9 unidades	0.003	0.027	400	3 600
Parafina (litros)	32 hr	6 litros	0.480	2 880	250	1 500
Consumo mes total (kW/mes) Qo		8 987				
Gasto total en ($) Go		$12 100				
Precio × vatio ($/kW/mes) Po		$1 346				

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Al reemplazar en la fórmula los datos obtenidos en el cuadro 19.6, se obtiene el siguiente precio social:

$$Po = \frac{20 * \$150 + 5 * \$800 + 9 * \$400 + 6 * \$250}{20 * 0.16 + 5 * 0.576 + 9 * 0.003 + 6 * 0.48}$$

$$Po = \frac{\$12\ 100}{8.987\ \text{kw/mes}}$$

$$Po = \$1\ 346.39$$

Al aplicar la ecuación correspondiente, se desprende que para obtener 8.987 kW/mes, cada familia debe gastar mensualmente $12 100, lo que equivale a decir que pagan $1 346 por kW/mes.

Para la situación con proyecto, los niveles de consumo energético esperados están establecidos como los mínimos necesarios para elevar la calidad de vida de las familias, lo que se logra con cuatro puntos de luz y dos tomas de corriente.

Dado que las tarifas eléctricas son fijas y reguladas por la autoridad estatal, los inversionistas privados no tienen incidencia sobre el precio final. Como se indicó anteriormente, las autoridades estatales han fijado, para zonas rurales de las características analizadas en este caso, una tarifa mensual de $646 por kW. Esta tarifa resulta ser inferior a lo que la comunidad actualmente gasta en promedio por un kW, por lo que deberá producirse un aumento en la cantidad demandada de 8.987 kW a 20 kW por vivienda, potencia equivalente a la capacidad máxima de los equipos, lo que significa cobrar una tarifa por $12 920 mensuales para este nivel de consumo.

No se consideran incrementos en los niveles de consumo, ya que, según los datos históricos de tamaño de la población, se proyecta un crecimiento nulo, pues en Los Hornos existe la tendencia a emigrar. Además, la capacidad de los equipos se encuentra utilizada en su totalidad desde los inicios del proyecto.

La evaluación privada considerará los siguientes ítems de costos y beneficios:

a) **Inversión:** las inversiones en equipos definidas en el cuadro 19.1, más los requerimientos de capital de trabajo, corresponden a $25 179 434. La depreciación de todos los activos es lineal, estimándose una vida útil contable de tres años. Así, la depreciación anual sería de:

$$\frac{24\ 824\ 100}{3} = 8\ 274\ 700$$

b) **Beneficios:** provienen del cobro de la tarifa fija mensual correspondiente a $12 920 por familia. Dichos beneficios se representan en la siguiente ecuación:

19.2 $$BP = G1 \times F0$$

donde *BP* representa el beneficio total privado, *G*1 el gasto fijo mensual por familia y *F*0 el número de familias. Al reemplazar los valores determinados en el estudio de mercado, se determina que los ingresos mensuales serían iguales a:

BP mensual = $12 920 × 35 = $452 200
BP anual = $452. 200 × 12 = $5 426 400

c) **Costos:** corresponden a $15 000 mensuales por servicio de contabilidad, $150 000 mensuales por gastos de operación y $200 000 por concepto de mantenimiento de equipos. Todo ello implica costos mensuales por $365 000 y $4 380 000 anuales.

El valor de desecho del proyecto se estimó bajo un criterio comercial, lo que significa sumar los valores de mercado esperados de los equipos al final del año 20, corregidos por su efecto tributario. Los valores se detallan en el cuadro 19.7.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Cuadro 19.7

Descripción	Cantidad	Valor de mercado unitario año 20	Valor de mercado total	Valor libro año 20	Valor de desecho año 20
Paneles Solavolt SV 8500	70	$0	$0	$0	$0
Baterías Trojan 27 TM	70	$19 136	$1 339 520	$928 200	$1 277 822
Regulador Pro Star 12	35	$15 840	$554 400	$0	$471 240
Inversor Stapower SP 150	35	$16 590	$580 650	$0	$493 552
Estructura para paneles	35	$0	$0	$0	$0
Valor de salvamento total		$51 566	$2 474 570	$928 200	$2 242 614

El panel fotovoltaico no tiene valor de mercado, ya que ninguno de sus componentes puede ser reutilizado. En el caso de las baterías, su valor de mercado corresponde al valor del plomo que la compone, el que se estima en dos dólares por kilo. Las baterías tienen 23 kilos de plomo, lo que equivale a $19 136.[9] Del inversor y regulador de carga puede recuperarse 30% de su valor de compra, que corresponde a $16 590 y $15 840, respectivamente.

Con todos estos antecedentes, es posible construir el flujo de caja privado. Al aplicar una tasa de descuento de 11%, resulta un VAN privado negativo en $18 126 440.

A diferencia de la evaluación privada, la evaluación social no considera los impuestos, por ser elementos distorsionadores en la asignación de recursos. Asimismo, los beneficios y costos a incluir en el flujo de caja son sustancialmente diferentes, ya que los precios sociales de los factores son distintos. Cabe señalar que los beneficios indirectos e intangibles no se considerarán en los flujos debido a la imposibilidad de su cuantificación. Los principales ítems que componen el flujo de caja social son:

a) **Inversión:** para determinar la inversión social, debe establecerse si los activos involucrados en el proyecto son de carácter transable o no, pues de ello depende si a su precio privado debe descontarse el IVA y el arancel, y ajustarlo por el factor de ajuste de la divisa para incorporar en el análisis el precio social de la divisa. El cuadro 19.1 indica el valor total de las inversiones en activos fijos, al cual debe descontársele 20% de arancel para conocer la inversión social. Como se indicó, el IVA ya está descontado. Si el factor de ajuste de la divisa corresponde a +0.1 y si el monto en capital de trabajo social corresponde a 90% de la inversión privada, la inversión social corresponde a la información del cuadro 19.8.

Cuadro 19.8

Inversión social		
Activo fijo	$24 824 100 (1 − 20%) (1 + 0.1) =	$21 845 208
Capital de trabajo	$355 334 (1 − 10%) =	$319 800
Total		$22 165 009

b) **Beneficios:** el beneficio bruto social directo del proyecto (BBS) se encuentra determinado por dos factores: el ahorro de recursos de las familias por sustituir los insumos actuales

[8] El valor de desecho de las baterías vendidas antes del año 20 asciende a $1 138 592, ya que se encuentran totalmente depreciadas. El valor de desecho al año 20 difiere, puesto que queda una cuota por depreciar.
[9] Dólar vendedor: $416 (pesos chilenos) en el momento de la evaluación.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Cuadro 19.9

Concepto	0	1-3	4-5	6	7-9	10-11	12	13-15	16-17	18	19	20
Ingreso		5 426 400	5 426 400	5 426 400	5 426 400	5 426 400	5 426 400	5 426 400	5 426 400	5 426 400	5 426 400	5 426 400
Remuneración												
Operador técnico		(1 800 000)	(1 800 000)	(1 800 000)	(1 800 000)	(1 800 000)	(1 800 000)	(1 800 000)	(1 800 000)	(1 800 000)	(1 800 000)	(1 800 000)
Remuneración contador		(180 000)	(180 000)	(180 000)	(180 000)	(180 000)	(180 000)	(180 000)	(180 000)	(180 000)	(180 000)	(180 000)
Costo de mantenimiento		(2 400 000)	(2 400 000)	(2 400 000)	(2 400 000)	(2 400 000)	(2 400 000)	(2 400 000)	(2 400 000)	(2 400 000)	(2 400 000)	(2 400 000)
Depreciación paneles		(5 910 333)										
Depreciación baterías		(928 200)			(928 200)			(928 200)			(928 200)	(928 200)
Depreciación regulador		(616 000)										
Depreciación inversor		(645 167)										
Depreciación estructura		(175 000)										
Beneficio antes de impuestos		(7 228 300)	1 046 400	1 046 400	118 200	1 046 400	1 046 400	118 200	1 046 400	1 046 400	118 200	118 200
Impuesto (15%)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Beneficio neto		(7 228 300)	1 046 400	1 046 400	118 200	1 046 400	1 046 400	118 200	1 046 400	1 046 400	118 200	118 200
Depreciación paneles		5 910 333										
Depreciación baterías		928 200			928 200			928 200			928 200	928 200
Depreciación regulador		616 000										
Depreciación inversor		645 167										
Depreciación estructura		175 000										
Inversión paneles	(17 731 000)											
Inversión baterías	(2 784 600)			(2 784 600)			(2 784 600)			(2 784 600)		
Inversión regulador	(1 848 000)											
Inversión inversor	(1 935 500)											
Inversión estructura	(525 000)											
Capital de trabajo	(355 334)											355 334
Valor de desecho baterías				1 138 592			1 138 592			1 138 592		1 277 822
Valor de desecho reguladores												471 240
Valor de desecho inversores												493 552
Flujo de caja	(25 179 434)	1 046 400	1 046 400	(599 608)	1 046 400	1 046 400	(599 608)	1 046 400	1 046 400	(599 608)	1 046 400	3 644 348
VAN (11%)	(18 126 440)											

www.fullengineeringbook.blogspot.com

para satisfacer su necesidad de energía (velas, baterías, pilas y parafina) y la mayor disponibilidad y consumo de energía. Como puede observarse, a un precio de $1 346.4 por kW/mes,[10] la comunidad de Los Hornos consume 315 kW. Dicho consumo es el resultado de multiplicar el consumo mensual por el número de familias (8 987 kW × 35 = 314.5). Al observar la situación con proyecto, se produce un mayor consumo por efecto precio y liberación de recursos por cambio de sistema.

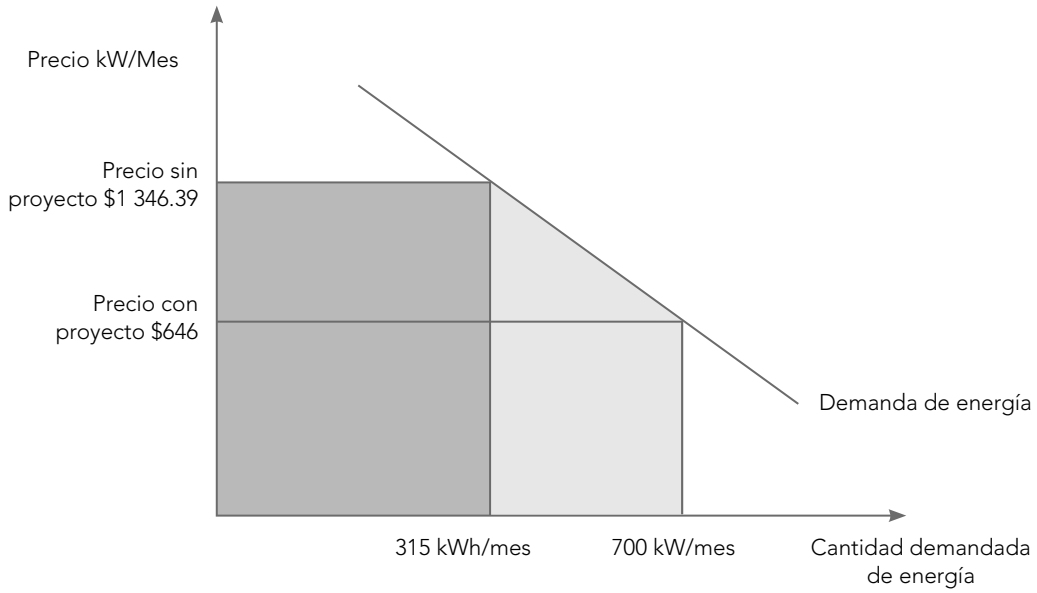


Figura 19.1 Situación con proyecto.

El área gris oscuro representa el ahorro de factores o recursos que la comunidad de Los Hornos utilizaba mensualmente para generar energía antes de que se implementara el proyecto, es decir, $1 346.39 × 314.5 = $42 440, lo que significa un beneficio anual por $5 081 276.

El área gris claro representa el beneficio que tiene la comunidad por consumir mayor cantidad de energía a un menor precio. Para calcular este beneficio bruto social se efectuará el análisis en dos partes. Primero, si el mayor consumo corresponde a 385 kWh/mes, valor que resulta de la diferencia entre el mayor consumo y el consumo actual (700 kWh − 315 kW = 385 kW). Si este mayor consumo se multiplica por el precio fijado por la autoridad, se obtiene un beneficio por $248 710, es decir, 385 kW × $248 710. A ello debe sumársele el área triangular restante que resulta de multiplicar el mayor consumo por el menor precio dividido entre dos, es decir:

$$\frac{(385 \text{ kw})(\$1\ 346.39 - \$656)}{2} = \$132\ 900$$

Por lo tanto, el beneficio por mayor consumo total es:

Beneficio por mayor consumo	$248 710	$2 984 520
Beneficio por mayor consumo	$132 900	$1 594 800
Total	$381 610	$4 579 320

[10] Ver aplicación de ecuación 19.1.

$$\frac{\$12\ 100}{8\ 987 \text{ kw/mes}}$$

www.fullengineeringbook.blogspot.com

y el beneficio social bruto total es:

	Beneficio social bruto	
	Mensual	Anual
Beneficio por ahorro de recursos	$423 440	$5 081 280
Beneficio por mayor consumo	$381 610	$4 579 320
Beneficio social bruto total	$805 050	$9 660 600

c) **Costos:** los costos sociales respecto de los privados no difieren en gran magnitud, puesto que socialmente la mano de obra calificada tiene el mismo precio que la social, no así la no calificada y semicalificada, la que en este caso en particular no aplica. De este modo, los costos correspondientes a los servicios de contabilidad externos y al operador permanecerán constantes para ambos flujos. No ocurre lo mismo con los costos de mantenimiento, puesto que 60% de ellos corresponde a insumos nacionales y 40% a insumos importados. Como se indicó anteriormente, el factor de ajuste de la divisa corresponde a 0.1 y el arancel a la importación alcanza 20%. De este modo, el costo bruto social mensual del proyecto corresponde a lo siguiente:

$$\text{Costo bruto social} = 60\%\,(\$200\,000) + 40\%\,(\$200\,000)\,(1 - 20\%)\,(1 + 0.1)$$

$$= \$190\,400 \text{ mensual}$$

$$= \$2\,284\,800 \text{ anual}$$

d) **Venta de activos:** a diferencia de la venta de activos de la evaluación privada, en la evaluación social no puede utilizarse su valor de desecho, ya que, como el flujo social no considera impuestos, no tienen sentido los valores contables ni los ajustes tributarios. De este modo, se considerarán únicamente los valores de mercado.

Si la tasa de descuento relevante para proyectos sociales alcanza 12% real anual, el VAN social asciende a $17 794 389.

Como puede observarse, el proyecto, a nivel privado, no resulta rentable, pero a nivel social, sí. Si el Estado quisiera que un privado implemente el proyecto, tendría que subsidiarlo en al menos la pérdida que indica el VAN privado; es decir, en $18 126 440. Ello no significa que esa sea la inversión social, sino el aporte que el Estado debiera hacer para que el sector privado implemente el proyecto.

No obstante, en este ejemplo ocurre que el VAN social es menor que el valor del subsidio que necesita el privado para realizar la inversión, razón por la cual los recursos del Estado podrían asignarse a otras iniciativas con mayor retorno social.

Si bien es cierto que en el flujo privado deben considerarse los impuestos correspondientes al resultado operacional, en este caso en particular no corresponde hacerlo, puesto que la pérdida acumulada de los primeros años por el efecto de la depreciación de los activos permite ahorrar el pago de impuestos en periodos posteriores, en los cuales se registran resultados operacionales positivos.

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Cuadro 19.10

Concepto	0	1-5	6	7-11	12	13-17	18	19	20
Ahorro por liberación de recursos		5 081 280	5 081 280	5 081 280	5 081 280	5 081 280	5 081 280	5 081 280	5 081 280
Beneficio por mayor consumo		4 579 320	4 579 320	4 579 320	4 579 320	4 579 320	4 579 320	4 579 320	4 579 320
Remuneración operador técnico		(1 800 000)	(1 800 000)	(1 800 000)	(1 800 000)	(1 800 000)	(1 800 000)	(1 800 000)	(1 800 000)
Remuneración contador		**(132 000)**	**(132 000)**	**(132 000)**	**(132 000)**	**(132 000)**	**(132 000)**	**(132 000)**	**(132 000)**
Costo de mantenimiento		(2 284 800)	(2 284 800)	(2 284 800)	(2 284 800)	(2 284 800)	(2 284 800)	(2 284 800)	(2 284 800)
Inversión paneles	(15 603 280)								
Inversión baterías	(2 450 448)		(2 450 448)		(2 450 448)		(2 450 448)		
Inversión regulador	(1 626 240)								
Inversión inversor	(1 703 240)								
Inversión estructura	(462 000)								
Capital de trabajo	(319 801)								319 801
Venta de baterías			1 339 520		1 339 520		1 339 520		1 339 520
Venta de reguladores									554 400
Venta de inversores									580 650
Flujo de caja	(22 165 009)	5 443 800	4 332 872	5 443 800	4 332 872	5 443 800	4 332 872	5 443 800	8 238 171
VAN (12%)	17 794 389								

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Resumen

Este capítulo intenta familiarizar al lector con los procedimientos más utilizados para la preparación y evaluación social de proyectos de inversión. En términos generales, puede afirmarse que la evaluación social pretende determinar los costos y beneficios pertinentes, tomando en cuenta las ventajas que le reportaría al país y a la comunidad en general llevar a cabo una idea de proyecto. Por lo general, se utiliza para justificar el otorgamiento de subsidios fiscales al inversor privado, básicamente cuando el VAN privado no alcanza a ser positivo. Cuando el proyecto es socialmente rentable, la premisa básica que hay que resolver es si el monto del subsidio para que el inversor privado disponga de los incentivos a fin de emprender el proyecto es compensado por los beneficios sociales esperados.

La evaluación social de proyectos intenta identificar, medir y valorar los costos y beneficios sociales, los que podrían ser muy diferentes a los costos y beneficios privados. Pueden apreciarse diferencias importantes entre una evaluación privada y una social: *a*) el beneficio y el costo sociales no tienen el mismo significado que el beneficio y el costo privados, aunque se midan en una unidad de cuenta común; *b*) el precio del bien social difiere del precio privado; *c*) existen externalidades que un proyecto evaluado socialmente debe incorporar para establecer cómo repercute en la sociedad en su conjunto; *d*) la tasa de descuento social incorpora el costo del capital de las inversiones de toda la comunidad como un todo; y *e*) las distorsiones por la existencia de impuestos, aranceles, subsidios y cualquier otro factor individual fijado por el gobierno pueden impactar en la comercialización de los bienes transables.

Las técnicas de evaluación social no permiten medir efectivamente todos los costos y beneficios que demanda o genera un proyecto en particular. Lo anterior se sustenta en el hecho de que las decisiones vinculadas a proyectos evaluados socialmente también dependerán de consideraciones de tipo político, económico y social. Sin embargo, lo anterior no obstaculiza el hecho de que la obtención de información pertinente, y su correcta sistematización, constituyen el único procedimiento capaz de dimensionar cuantitativamente su contribución al desarrollo y crecimiento del país. También se reconoce la incidencia de los efectos indirectos y las externalidades, puesto que todo proyecto puede generar efectos beneficiosos o perjudiciales para la sociedad. Otro tanto ocurre con la incidencia de los efectos intangibles, como los costos o beneficios que un determinado proyecto puede generar en la imagen o popularidad del gobierno, en el orgullo patrio o en la soberanía nacional, los cuales resultan imposibles de medir.

Los flujos que se logran en la preparación social deberán someterse a la evaluación correspondiente, utilizando para ello una tasa social de descuento. La tasa y los mecanismos que la explican no resultan fáciles de determinar. Sin embargo, resulta necesario destacar que la tasa de descuento para los proyectos sociales normalmente es calculada y publicada por la autoridad estatal, razón por la cual el preparador y evaluador de proyectos sociales tan solo deberá aplicar la tasa vigente ya calculada por la autoridad.

La RSE es una visión que integra armónicamente el respeto por los valores éticos, las personas, la comunidad y el medio ambiente. Por ello cada vez más las evaluaciones de proyecto se realizan bajo el concepto *triple bottom line*, es decir, midiendo las rentabilidades económica, ambiental y social.

Preguntas y problemas

1. ¿Qué es el costo social?
2. Señale las razones que explican las diferencias entre un flujo social y uno privado.
3. ¿Los proyectos requieren un estudio de preinversión?
4. ¿Qué es el beneficio social?
5. Explique el concepto de *triple bottom line.*
6. Explique cómo transformar un flujo privado en uno social.
7. ¿Qué incidencia tienen los efectos indirectos sobre el resultado social de un proyecto?

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Comente las siguientes afirmaciones:

a) Un proyecto privado rentable siempre será socialmente rentable.
b) Las externalidades de un proyecto privado no deben considerarse en la evaluación social por ser un costo en el que nadie incurre.
c) El proceso de preparar y evaluar socialmente una idea de proyecto se efectúa con el objeto de cuantificar el aporte del Estado a un proyecto privado.
d) Para que un proyecto privado se evalúe socialmente, basta con aplicar en el cálculo del VAN una tasa social de descuento.
e) Los precios sociales y los privados siempre serán diferentes.
f) Si se tiene una economía abierta al mercado de capitales, la tasa de descuento social será la tasa promedio del sistema financiero.
g) Para realizar una evaluación desde el punto de vista social, nunca debemos preocuparnos sobre qué tasa de descuento utilizar, ya que esta siempre será definida por un organismo central.
h) Para analizar una evaluación socialmente, basta con evaluar el flujo privado a una tasa de descuento social.
i) Desde el punto de vista de la evaluación social, los factores cualitativos son más importantes que los cuantitativos a fin de recomendar una determinada inversión.

Bibliografía

Córdoba Padilla, Marcial, *Formulación y evaluación de proyectos*, Ecoe Ediciones, Bogotá, 2006.

Fontaine, Ernesto, *Evaluación social de proyectos*, 13a. ed., Pearson, Santiago de Chile, 2008.

Harberger, Arnold, "Three Basic Postulates for Applied Welfare Economics" en *Journal of Economic Literature*, vol. IV, núm. 3, 1971.

Ilpes, *Guía para la presentación de proyectos*, Siglo Veintiuno Editores, México, 2006.

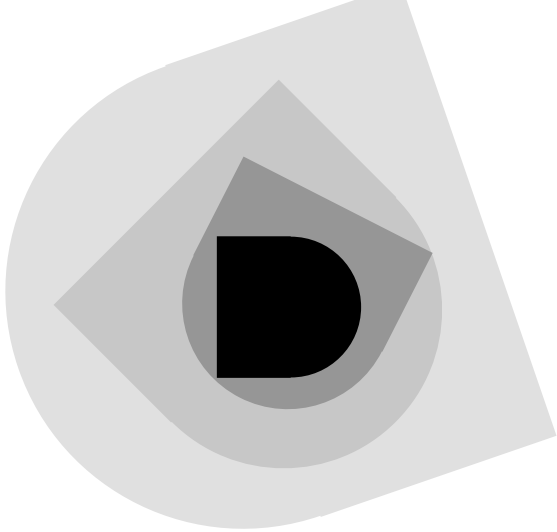
Jansson, Axel, *Preparación y evaluación privada y social de proyectos de salud*, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad de Chile, Programa de Interfacultades en Administración de Salud, Santiago de Chile, 1998.

_____, *Fundamentos de evaluación social de proyectos*, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Santiago de Chile, 1998.

Michael E. Porter y Mark R. Kramer, *Strategy and Society, The Link Between Competitive Advantage and Corporate Social Responsibility,* HBR, 2009.

Ministerio de Planificación de Chile, *Precios sociales para la evaluación social de proyectos,* Moneda, diciembre 2011.

www.fullengineeringbook.blogspot.com



Índice analítico

A
Activo(s), 93, 99-102, 104-105, 107, 115
  fijo, 92, 102, 226, 313
Ahorro diferencial, 106
Alineamiento de objetivos, 18
Alternativa tecnológica, 105-106, 108, 110
  y factores cualitativos, 127
Amortización, 105,178, 200, 221, 225-226, 229, 232-233, 267-268
  del activo intangible, 100, 230
Análisis
  costo-volumen-utilidad, 98, 105, 129
  del punto de equilibrio; *vea* Análisis costo-volumen-utilidad
  de la situación proyectada, 50, 52
  de la situación vigente, 50-51
  de sensibilidad, 35, 59, 62, 99, 123, 220, 308, 315, 319, 323-325
    bidimensional, 319, 324-325
    multidimensional, 316, 321, 324-325
    unidimensional, 316, 321, 324-325
    usos y abusos, 323
  de variables externas, 59
  histórico del mercado, 50
  incremental, 101, 240
Angustia financiera, 238, 293
Anualidad, 250-251
  equivalente, 262-264
Apalancamiento operacional, 98-99, 105, 107

B
Back office, 170
Balance, 113, 173
  de insumos generales, 122-123
  de maquinarias, equipos y tecnología, 114, 116, 123
  de materias primas, 121-123
  de obras físicas, 117-119
  de personal, 119-121
Base imponible, 227, 235, 243-244
Beneficio(s), 213-214, 216-218, 220-221
  anual equivalente, 263
  no afectos a impuesto, 229
  social, 327-328, 330, 336, 345, 347
  tributario de la deuda, 234
Beta
  activo, 280
  de la deuda, 294
  de los activos, 284, 292, 294
  del patrimonio, 292-293
  desapalancado, 284

C
Calendario
  de ingresos, 116
  de inversiones, 201, 203, 205, 210, 211
  de reemplazo, 209, 213
  de reinversiones, 116
Cantidad demandada, 135-140, 142, 146-148, 316
Capacidad
  de producción, 110-111, 230
  ociosa, 111, 135, 138, 140, 142, 146, 148, 239
Capex, 34
  plan de, 116-119, 209
Capital
  de trabajo, 175, 181, 199, 205-211, 214, 220-222, 226, 229, 243, 266, 276, 317, 341-342
    inversión en, 199, 205-212, 220, 222, 226, 230, 338
    recuperación del, 214, 220-221, 229, 244
  patrimonial, 292
CAPM, 275, 277-278, 280, 283, 285-286, 291-295, 312
Cargos fijos, 106
Cero prima, 201, 203, 205
Ciclo
  de vida del producto, 52-53, 64, 227
  productivo, 205, 210
Clientegrama, 170
Código(s)
  de comercio, 191
  de trabajo, 191
Coeficiente(s)
  de variación, 307, 309, 313
  técnicos, 78
Comercialización, 30-32, 36-37
Competencia, 28, 30-31, 39, 46-48, 52, 55, 63-64, 146
Consumidor, 30-32
  individual, 45, 64
  institucional, 45
Contexto
  de la empresa, 15
  local, 14, 51, 63, 301
  mundial, 51, 63, 301, 312
Contrato, 187-188, 191, 194-195

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Core business; *vea* Negocio base
Costo(s)
anual equivalente, 263
contable, 89
de capital, 123, 127, 273-277, 280, 282, 286, 293-297, 316-317, 324, 347
patrimonial, 292, 296-297
promedio ponderado, 280-282, 295
tasa de, 273, 276-277, 280, 292, 296, 319, 334
de fabricación, 227, 229
de inversión, 123-125, 128, 169, 181, 190, 316, 324
de la deuda, 234-235, 244, 282, 285, 296-297,
de operación, 109-111, 118-119, 123, 127-128, 167, 169, 171-172, 176-178, 180-182, 187, 205, 208, 210, 239-240, 253, 263
de oportunidad, 91, 93-96, 102-104, 203-204, 244, 270-275, 278, 293, 296-297, 330, 337
de producción, 96
diferencial, 89-92, 94, 105, 107, 125
efectivo de la deuda, 234-235, 237, 244, 285, 296
e información para la toma de decisiones, 89
fijo, 89, 91-92, 94-99, 105-107, 126-127, 129-131, 138, 140, 143, 148-49, 180, 229, 317
medio, 97-98
total, 96-98, 105
futuros, 92
históricos, 92-93
marginal, 97-98
medio total, 97-98, 105
no contable, 89
por sustitución de instalaciones, 93
con aumento de capacidad, 94
relevante, 95, 101, 244
sepultado, 95-96, 105, 244
social, 328-330, 336-347
de la mano de obra, 331
total, 89, 92, 97, 105, 118, 121, 126-128, 145-147
variable, 89-92, 94, 96, 98, 106-107, 126, 130-131, 149, 317-318
medio, 97-98, 105
total, 97, 107, 154, 156
unitario, 94, 97, 99, 106, 130
Cuentas por cobrar, 205-207, 210-211, 266
Curva de indiferencia del mercado, 309
CVP; *vea* Ciclo de vida del producto

D

Declaración de Impacto Ambiental, 37-38
Delegación, 171
Demanda, 28-32, 34, 37, 40, 43
análisis de la, 61
constante, 135, 145-146
creciente, 135
de un producto, 61, 161
elasticidad de la, 62, 138-140
estimación de la, 43, 46, 53, 61
teoría de la, 62
Departamentalización, 171
Depreciación, 90
Desarrollo económico sustentable, 189
Deseconomías de escala, 97, 136, 138-139, 147-148
Desviación
estándar, 306- 308, 312-313, 321
típica, 83-84
Diagrama de dispersión, 73-74
Dispersión
esperada, 306
relativa, 307
Distribución
canales de, 48, 50, 57, 63-64, 172
estrategia de, 57
probabilística, 300, 304-309, 312, 321
División del trabajo, 171

E

EBITDA, 242-243, 245
Economías de escala, 97, 110-111, 127, 136-139, 142, 146-147, 172, 175, 180
Efecto
indirecto, 328, 331-332, 347
intangible, 332, 347
neto, 89, 91, 100, 236
tributario, 101, 104, 115, 200, 213, 216, 229-230, 234, 239, 275, 285, 341
Egresos
afectos a impuesto, 229
de operación, 226
iniciales, 226
no afectos a impuesto, 229
Elasticidad de las ganancias; *vea* Apalancamiento operacional
Engineering, Procurement, Construction and Management, 178
Entorno
internacional, 302
local, 302
EPCM; *vea Engineering, Procurement, Construction and Management*
Equipamiento de las oficinas, 176, 180, 182
Escala
de intervalos, 72
nominal, 72
ordinal, 72
proporcional, 72
Esfera de control, 171
Espacios físicos
requerimientos de, 169-170, 175
Estabilidad del entorno, 228
Estado de resultados, 170, 178, 200, 235, 242-243
Estrategia
comercial, 17, 25, 30-31, 43, 45, 48-49, 52, 54, 57, 60-61, 63, 69, 104, 147, 211
competitiva, 43, 49, 52, 59
de crecimiento, 137
de distribución, 57
de implementación, 17, 20, 43, 50, 61
de negocio, 43, 50, 69
de precios, 43, 55, 56
de producto, 53, 58, 59
de promoción y publicidad, 43, 57
promocional, 50

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Estructura
de endeudamiento óptima, 280, 283, 285, 296
organizacional, 169-173, 175-177, 180-182
Estudio
de factibilidad, 28, 39-40, 44, 117, 125, 205, 208, 211, 213, 245
de ingeniería del proyecto, 109, 128-129
de mercado competidor, 47, 49
consumidor, 45, 49, 131, 336
distribuidor, 48-49, 57
objetivos del, 43, 49-50, 64
proveedor, 46, 122
de perfil, 28-30, 39-40, 51, 64, 115, 126, 152, 207, 214-216
de prefactibilidad, 28, 39-40, 51, 58, 64, 117, 125, 151-152, 154, 182, 207-208, 211, 213-216
de proyecto(s), 25, 27, 119, 167, 171, 189-190, 200, 211, 227
alcances del, 25
como proyecto cíclico, 27
consideraciones económicas del, 187-190
de viabilidad
ambiental, 27, 30
comercial, 26
financiera, 26-27
organizacional, 26
técnica, 26
del impacto ambiental, 35-39, 190
financiero, 34, 39-40, 104, 109, 117, 131, 244
legal, 33, 109, 187-188, 195-197, 226
organizacional-administrativo, 33, 169-171, 175-176, 178, 180-182, 196, 225, 227
técnico, 225
económico, 122
Etnografía, 69-70
Evaluación
criterio de, 6-7, 270, 315
marginal o incremental, 5
privada de proyectos, 7, 11-12, 36-37, 39, 327, 329, 336-337, 341-342, 345, 347-348
social de proyectos, 7, 10, 39, 327-330, 333, 335-337, 342, 345, 347-348
Externalidades, 327-332, 335-336, 347

F

Factor
cíclico, 78
de calificación objetiva, 157
objetivo, 156
subjetivo, 156
de volumen, 111-113
Feedback, 22, 71
Financial distress, 293, 296
Fluctuaciones estacionales, 78
Flujo de efectivo, 113
de efectivo, 152
Flujo(s)
de caja, 29, 49-50, 62-64, 94-95, 100-101, 107-108, 110-111, 188-189, 211-213, 217-218, 220-221, 225-226, 242-245, 254-255, 265-267, 277-280, 284-285, 299-300, 306-309, 312-313, 316-317
ajustado, 232
composición del, 243-244
del inversionista, 232-233, 244
del proyecto, 226, 230, 236, 244, 276, 308, 312, 316
elementos del, 226
en empresas en marcha, 239
estructura del, 228
promedio perpetuo, 218-219, 221
capitalizados, 247-248
del proyecto, 252, 256, 258, 267, 269
descontados, 247-49
neto, 235, 242-243, 245, 260

G

Gasto(s)
de operación, 227, 341
de puesta en marcha, 169-170, 178, 181, 200, 230, 302
financieros, 227, 234, 236-237
no desembolsables, 229
publicitario, 58
Grado de obsolescencia, 227

H

Horizonte
de evaluación, 119, 123, 128-129, 132, 218, 220-221, 227-228, 243, 245, 263, 337
del proyecto, 211, 222, 314

I

Impacto ambiental, 35-37, 39
estudio del, 35-39, 190
Impuesto(s), 90-91, 94, 99-102, 104, 107-108, 114-115, 127, 130-132, 189, 196, 199, 209, 211, 217-218, 227, 230, 240, 242-243, 245
al valor agregado, 102-104, 107-108
crédito, 102-103
débito, 102
tasa del, 108
a las ganancias, 34
a las utilidades, 226, 244-245, 297
Incertidumbre, 299, 300, 313-315, 323, 326
Índice
de captura, 162-163
estacional, 79-80, 82
Inflación, 265-271
Ingeniería del proyecto
estudio de, 109, 128-129
Ingresos
afectos a impuesto, 229
de operación, 226, 240, 269
Innovación
proceso de, 21, 23-24
definir, 21, 23
empatizar, 21, 23-24
idear, 22-23
prototipear, 22-23
testear, 22-23
Insight, 14, 21, 23
Insumos
disponibilidad de, 135-136, 138, 146

www.fullengineeringbook.blogspot.com

Intervalo de confianza, 77
Inversión
  en activos
    fijos, 199, 342
    intangibles, 199
  en capital de trabajo, 199, 205-212, 220, 222, 226, 230, 338
  en equipamiento, 113
  en obra física, 110, 113, 128, 175, 176
  organizacional, 175
  publicitaria, 58
Isócronas de aproximación; *vea* Localización del proyecto
  área de influencia, 161
Ítem de imprevistos, 123

K
Key Performance Indicator, 178
KPI; vea *Key Performance Indicator*

L
Leasing, 225, 238-239, 276
Legislación, 187, 189, 196-197, 230
  regional, 191
Ley Clayton, 187
Ley Sherman, 187
Línea
  de regresión, 74, 76-77, 86
  de tendencia, 73-76, 78, 85
Localización del proyecto
  área de influencia, 152, 155, 161-163
  decisiones de, 151, 155, 159, 161, 167
  estudio de la, 151
  factor(es) de, 152
  teoría económica de la, 152

M
Macrolocalización, 152
Macrozona, 152, 165
Marca, 54
Marco legal, 188, 196
Margen de contribución, 96, 99, 138, 148
Masa crítica técnica, 111, 128
Matemáticas financieras, 247, 327
Medida de preferencia de localización, 156, 159
Medio
  aliados del, 59, 61
  ambiente, 189-190, 335, 347
  amenazas del, 59-60
  oportunidades del, 59-60
Mercado
  competidor, 43, 47-48, 63-64
  consumidor, 43, 45-50, 63-64, 73, 111, 131, 138, 153, 336
  creciente, 135, 142, 146-147
  del proyecto, 43, 63-64
  distribuidor, 43, 48-49, 57, 61, 63
  estudio de, 26, 29-30, 34, 40, 43, 49-50, 58, 63-64, 104, 109, 129-131, 135, 138, 140, 148, 166-167, 172, 182, 188, 211, 327, 341
  externo, 30-31, 43, 48
  distribución geográfica del, 136
  proveedor, 43, 46-47, 61, 122
  segmentación del, 46
  técnica(s) de proyección del, 67-68, 70, 85, 87, 108
Método(s)
  comercial, 216, 220, 222
  contable, 206, 214, 216, 220-221
  cualitativos, 39, 69, 73, 85
    por puntos, 156
  cuantitativos, 69
  de afinamiento exponencial, 79, 83-85
  de ajuste lineal por el criterio de los mínimos cuadrados, 79
  de Brown y Gibson, 156, 159
  de depreciación lineal, 227
  de insumo producto, 73, 77, 85
  de la equivalencia a certidumbre, 308
  de los coeficientes técnicos; *vea* Técnica(s) de proyección del mercado
  de los mínimos cuadrados, 73-74, 77
  de los promedios móviles, 78, 86
  del ajuste a la tasa de descuento, 309
  del árbol de decisión, 310
  del déficit acumulado máximo, 208, 210
  del periodo de desfase, 208, 210-211
  económico, 218, 220, 222, 229-230
Microlocalización, 152, 155, 165
Microzona, 152
  de Gordon, 219
  de Monte Carlo, 305, 321
Momento
  cero, 201-203, 205, 211, 226
  de reemplazo, 114, 116
Monto de la inversión, 111, 160, 181, 252, 268, 334
Muestra
  nivel de confianza, 71
  tamaño de la, 71
Muestreo, 70, 71, 73, 85
  método no probabilístico, 71, 72, 85
    de bola de nieve, 72
    de conveniencia de sitio, 72
    de estratos, 72
    de pronósticos visionarios, 72
  método probabilístico, 71, 85

N
Negocio
  base, 17, 174, 296
  modelo de, 17-20, 23-25, 28-29, 31, 219-220
    definición del, 18
    innovación en el, 15, 18
Nodo(s) de orquestación, 17-19
Normas ISO, 189

O
Oferta, 30, 31
Oportunidades de negocio, 13-15, 17, 21, 23, 27
  identificación de, 13, 15-17, 21, 23
Ordenamiento jurídico, 189, 191
Organización social, 191
Outsourcing; *vea* Tercerización

www.fullengineeringbook.blogspot.com

P
Pago futuro, 95, 244
Paradoja de la complejidad, 18
Participación de mercado, 61, 163
Periodo de recuperación, 259-260, 315
Planificación, 8- 9, 11-12, 246
Precio(s)
  de mercado, 7, 329, 332
  de venta, 95, 100, 107, 149, 316-317, 319
  privado, 7, 330
  social, 7, 328-331, 334, 337, 342, 348
    de la divisa, 331, 342
  unitario, 98-99, 105, 340
Preinversión, 2, 28-29, 38, 40, 131, 194, 328, 334, 347
Procedimientos administrativos, 169, 172-173, 176-177, 179, 181-182, 200
Proceso de producción, 109-111, 115, 119, 125, 128-129, 131-132, 151, 153, 182, 200, 205
  en serie, 110
  por pedido, 110
  por proyecto, 110
Productividad, 119, 121
Programa de recinto, 176
Promedio móvil, 77, 79-80, 83
  centrado, 80
Promoción, 45-46, 50, 53-54, 57-58, 60, 63-64
Propuesta de valor, 15, 17, 49, 55, 59, 61
Proveedor(es), 30-31, 33, 35, 40, 207
  de materias primas e insumos, 46
  de servicios, 46
  de tecnología, 46
Proyecto(s)
  capacidad de pago del, 4, 6
  en la planificación del desarrollo, 8, 10-11
  estudio de, 7, 25, 27, 29, 33, 119, 167, 171, 189-190, 200, 211, 213, 226-228
    alcances del, 25
    como proyecto cíclico, 27
    etapas de desarrollo de un, 20, 23
  evaluación de, 4, 10-11,
    criterios de, 247, 326
    escenarios de la, 280, 283-284
    proceso de, 329
    social de, 1, 7-8, 11-12, 39, 327-328, 330, 347-348
  externalidades de un, 8, 348
  factibilidad del, 152
  horizonte del, 211, 222, 314
  idea de, 27, 40
  localización del, 109, 136, 151, 153, 155, 159, 161-162
  preparación de, 1-3, 9-13, 19, 22, 25, 38-40, 43, 67, 102, 122, 179, 195, 211-212, 245, 335
  proceso de, 329
  rentabilidad del, 28-29,
  tamaño del, 111, 119, 130, 132, 135-142, 145-148, 153, 159-161, 170, 182, 270, 315-316, 324
  tipología de los, 4
    según finalidad de la inversión, 5
    según objetivo del estudio, 4
  toma de decisiones asociadas con un, 3-4, 10, 28
Publicidad, 45-46, 48, 50, 53, 58, 64
Puesta en marcha, 169, 176, 199, 200-201, 203, 205, 209-211
  gastos de, 169-170, 178, 181, 200, 230, 302
Punto de equilibrio, 99, 105, 107, 316, 324, 325

R
Rango de variabilidad, 305, 319
Razón beneficio-costo, 249, 262
Regla de decisión, 91
Relación
  costo-volumen, 139
  deuda-activos, 280-283
  precio-volumen, 139
  patrimonio-activos, 281-283
Remuneraciones del personal, 169-170, 172, 176-177, 181-182, 200, 207, 211, 227
Rentabilidad, 247-248
  de la inversión, 228, 261, 285, 313
  del inversionista, 4, 6, 11, 26, 29, 94, 203-204, 214, 243
  del proyecto, 4, 6, 10-11, 28-29, 31, 35, 38, 48, 57, 135, 137, 148, 151
  económica, 26, 35, 38, 195
Responsabilidad social empresarial, 35, 335-336, 347
Retorno
  exigido al patrimonio, 282-283, 293-294, 296
  real de mercado, 286, 289
Riesgo, 273-279, 283, 285-286, 288-289, 291-296, 299-300, 302-315, 319, 322, 324, 335
  análisis de, 299
  clasificación del, 302-303, 312, 319
  fuentes externas, 300-301, 312
  fuentes internas, 300-301, 312
  identificación del, 300
  medición del, 299, 304, 312-313, 325
  no diversificable, 286
  no sistemático, 286
  país, 279, 292, 333
  premio por, 289, 294
  sistemático, 277-278, 286
  zona de alto riesgo, 303, 305

S
Segmentación del mercado, 46
Sensibilidad, 303, 312
  análisis de la, 308
Stakeholders externos, 13, 15, 51, 301-302
Submercados, 15, 43, 51, 63, 301

T
Tamaño del proyecto, 111, 119, 130, 132, 135-142, 145-148, 153, 159-161, 170, 182
Tarificación a VAN cero, 55
Tasa
  anual equivalente, 263
  de actualización, 274, 277, 280
  de costo de capital, 252, 265, 273, 276-277, 280, 292, 296, 319, 334
  de descuento, 252-253, 255-258, 265-266,
    social, 329, 333-334, 337, 347-348
  de la deuda, 234-235, 237, 258, 282
  de rentabilidad, 257, 268-269, 278-280, 295

www.fullengineeringbook.blogspot.com

de retorno, 260, 270
sobre el patrimonio, 260-261, 269
sobre los activos, 260-261, 269
efectiva de la deuda, 234-235
Interna de Retorno, 94, 242, 249, 253-257, 261, 266, 268-270, 273-274, 315, 319, 324-325
ajustada, 258-259
de los activos, 258-259, 269
múltiple, 254-255
libre de riesgo, 275, 277-279, 286, 288-289, 294, 309-310
marginal, 140-141
Técnica(s)
de proyección del mercado, 67-68, 70, 85, 87, 108
objetividad, 68
precisión, 68
sensibilidad, 68
estructurada, 72
métodos de carácter cualitativo, 68-69
consenso de panel, 70, 85
etnográficos, 69
investigación de mercado, 70-72, 85
método Delphi, 69-70
opinión de expertos, 69
modelos causales, 68, 73, 85
de insumo producto, 73, 77, 85
de regresión, 73, 76-78, 85, 88
de series de tiempo, 68-69, 78, 85
econométrico, 73, 77, 85-86
Tecnología(s), 110-111, 114-115, 119, 123, 125-127, 131-132, 151, 153, 170, 172-173, 177-181, 183, 190, 316
de información, 169-170, 177
Tendencia, 78
Teoría de portfolio, 275-276, 285
Tercerización, 169, 173, 239
Tormenta de ideas, 21
Tratado(s) de libre comercio, 189
Triple última línea, 35, 38, 335, 347

U

Unidad(es)
de capacidad, 111-112
externas, 169-170, 173, 175, 181, 183
Utilidad antes de impuestos, 245

V

Valor
actual, 91, 123-125, 132, 144-145, 248-251, 258-259, 269-270, 305-306
de costos, 157, 160, 168
neto, 92-94,
ajustado, 236, 238, 243, 257-258, 282, 284-285
incremental, 140-141
máximo, 140-141
anual equivalente, 264-265
capitalizado, 248
comercial, 213, 216-222, 232
compañía, 91
contable, 214-218, 220, 240
de adquisición, 95, 115
de desecho, 114-115,
de la deuda, 237-238, 243, 258, 282, 285
de los activos, 238
del proyecto, 243
de venta, 115, 128, 132, 214
económico, 214, 218-222, 245
esperado, 305-308, 310-313, 321
futuro, 249-250
libro de los activos, 100-101
relativo, 156,-157, 220
residual, 94-95, 106, 115, 131, 222, 225, 227
tiempo del dinero, 247-248, 260, 262, 269
Variables
externas
análisis de, 59
organizacionales, 172
Variaciones no sistemáticas, 78-79
Variancia, 306
Viabilidad
ambiental, 27, 30
comercial, 26
económica, 195-196, 337
sensibilidad a la, 303, 312
financiera, 26-27, 32, 34, 38-39
legal, 195-196
organizacional, 26
técnica, 26, 38-39
Vida útil
contable, 100, 114-115, 119, 209, 216, 219, 341
técnica, 100, 114-117, 119
Volumen de producción, 91, 126, 317

Z

Zona de alto riesgo, 303, 305

www.fullengineeringbook.blogspot.com

PREPARACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS

En la sexta edición de *Preparación y evaluación de proyectos* se plantean nuevas metodologías de investigación de mercados y se examinan algunos criterios de evaluación.

En esta edición se optimizaron diversos temas, como:

- La estimación del costo de capital
- La estimación de la demanda
- La transversalidad y alcance del estudio de mercado

Además, se aborda la importancia de los factores cualitativos y estratégicos, y se presenta un nuevo enfoque sobre el análisis de riesgo. Se plantea la necesidad del diseño de las diferentes estrategias que requiere un proyecto: comercial, competitiva, de negocio y de implementación.

Otra nueva aportación es la profundización en el efecto económico derivado del apalancamiento y las consecuencias generadas por el exceso de endeudamiento, el tratamiento del IVA y el calendario de inversiones.

Estamos convencidos de que estos aportes serán de gran utilidad para todos aquellos agentes que deseen entregar sus conocimientos al éxito de los proyectos.

Mc Graw Hill Education

978-607-15-1144-7

EAN 9 786071 511447 00000

Síguenos en @MHEducacion

Encuéntranos en McGraw-Hill Educación

Visita nuestra página web
www.mcgraw-hill-educacion.com

www.fullengineeringbook.blogspot.com